

В СТК ДОСААФ

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТОМ КВ АНТЕННЫ

Б. АНДРЮЩЕНКО

Для управления поворотом направленных КВ антенн, применяемых радиолюбителями-спортсменами, требуются специальные системы. Одну из таких систем можно построить по схеме балансного диодно-регенеративного компаратора (БДРК), где в одном канале происходит сравнение, преобразование и усиление сигнала. Выходной сигнал БДРК может непосредственно управлять оконечным устройством. Высокая точность и малый порог сравниваемых напряжений позволяют создать простую и экономическую следящую систему.

Схема такой системы приведена на рис. 1. На нем показан канал правого вращения антенны. Схема канала левого вращения аналогична и отличается лишь подключением входных обмоток трансформатора *Тр1*. На входе БДРК включен мост постоянного тока. Плечи моста имеют два переменных резистора *R3* и *R5*, один из которых является датчиком угла поворота, а другой

связан с осью вращающейся части антенны. Напряжение с измерительной диагонали моста подводится к двум компараторам, включенным противофазно. В исходном состоянии мост сбалансирован, и напряжение на измерительной диагонали отсутствует.

Для поворота антенны вправо вращают движок переменного резистора *R3* в правую сторону. При этом рав-

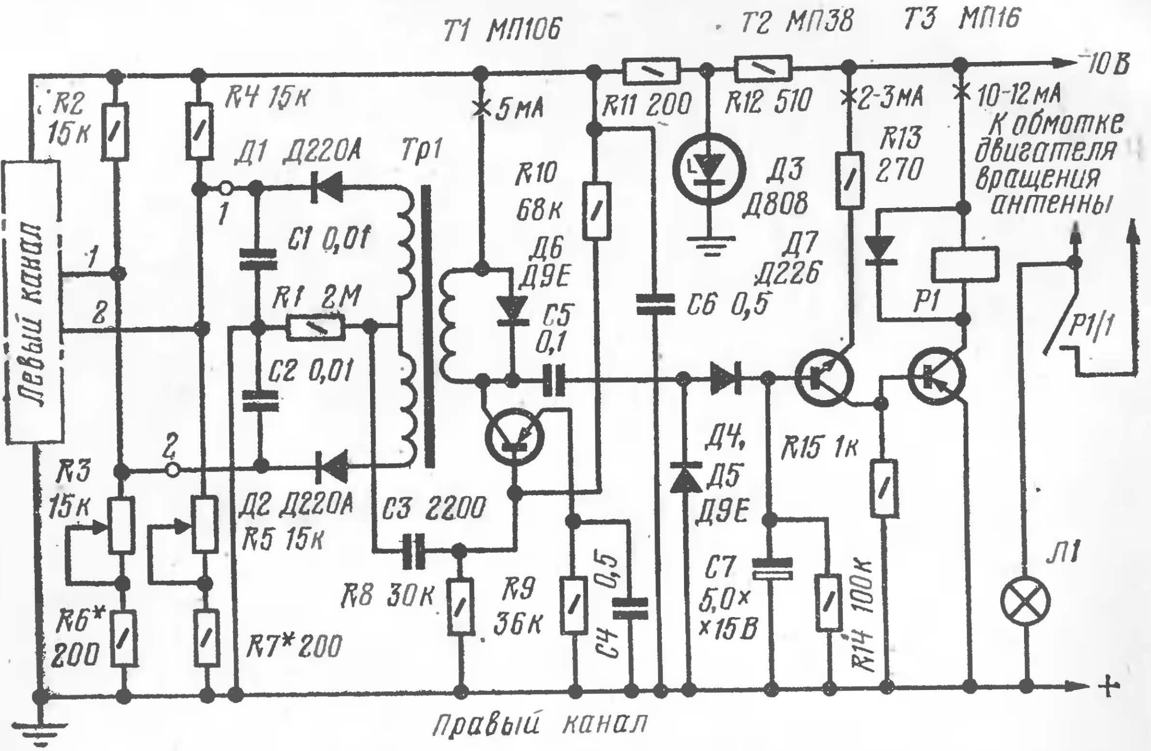


Рис. 1. Принципиальная схема электронной системы управления поворотом КВ антенн

новесие моста нарушается и в измерительной диагонали появляется напряжение разбаланса, синфазное с входным напряжением БДРК правого канала вращения. Для входа БДРК левого канала вращения это напряжение является противофазным, вследствие чего канал оказывается закрытым. На выходе трансформатора *Тр1* появляются импульсы положительной полярности, которые через конденсатор *С5* и диод *Д4* поступают на интегрирующий конденсатор *С7*. Транзистор *Т2* открывается, и напряжение, падающее на резисторе *R15*, открывает транзистор *Т3*. В дальнейшем транзистор *Т3* находится в режиме насыщения. В результате открывания транзистора *Т3* срабатывает реле *Р1*, которое своими контактами замыкает цепи питания соответствующей обмотки

электродвигателя, вращающего антенну, и сигнальной лампы *Л1*. Антенна начинает вращаться вправо. При этом вращается движок переменного резистора *R5*. Это происходит до тех пор, пока мост снова не будет уравновешен. Тогда система придет в исходное состояние и антенна остановится.

При вращении движка переменного резистора *R3* в левую сторону происходят те же процессы, но только в БДРК левого канала.

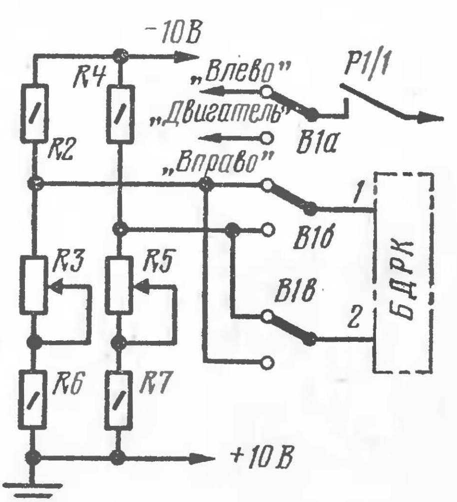


Рис. 2. Упрощенный вариант электронной системы управления поворотом КВ антенн

Конденсаторы *С1* и *С2* устраняют влияние сравниваемых напряжений на работу блокинг-генератора БДРК. Резисторы *R8, R9* и *R10* и конденсатор *С4* — элементы температурной стабилизации. Диоды *Д5, Д6* служат для гашения отрицательных выбросов выходного напряжения. Подбирая резисторы *R6* и *R7*, выводят область рабочих напряжений из зоны нечувствительности БДРК. В качестве переменных резисторов *R3* и *R5* лучше использовать переменные проволочные резисторы. Так как угол полного поворота движков меньше 360°, то для согласования их с вращающейся частью антенны и стрелками шкал резисторов нужно применять соответствующие редукторы (см. Радио», 1971, № 4, с. 28).

Трансформатор *Тр1* — промышленного изготовления типа МИТ-4, реле — типа РЭС-15 (паспорт РС4. 459. 1004). Двигатель с редуктором может быть любой конструкции. Он должен обеспечивать вращение антенны как вправо, так и влево с частотой около 1 мин $^{-1}$.

Схему управления поворотом антенны можно упростить, используя только один канал БДРК. Для этого надо ввести переключатель *В1* (рис. 2), который коммутирует вход компаратора и подключает соответствующую обмотку электродвигателя поворота антенны к контактам реле. Это несколько снижает оперативность работы.

УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

ТРАНЗИСТОРНЫЙ ДВУХПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НЧ

В. СВЕТКОВ

Подавляющее большинство усилителей НЧ выполняют однополосными, то есть весь спектр звуковых частот усиливается одним каналом. Такой способ усиления имеет ряд недостатков.

Однополосные усилители низкой частоты не обладают достаточным запасом пиковой мощности, их динамический диапазон невысок, поэтому они не могут обеспечить естественности звучания при сохранении тембровой окраски. Кроме того, наряду с нелинейными искажениями имеют место интермодуляционные искажения, возникающие в результате смешения высокочастотных и низкочастотных составляющих сигнала, приводящие к появлению большого числа комбинационных токов. Устранить последний недостаток в некоторой степени удается путем разделения частот на выходе усилителя и применением отдельных низкочастотных и высокочастотных динамических головок прямого излучения. Однако фильтры, включаемые между выходом усилителя и динамическими головками, представляют собой колебательные контуры, что приводит к появлению сложных искажений (переходных процессов). Нелинейные искажения возникают и за счет резкого изменения сопротивления нагрузки выхода усилителя, вызванного зависимостью полного входного сопротивления фильтра от частоты.

Указанные недостатки отсутствуют в двухполосных усилителях НЧ, где весь диапазон усиливаемых частот делится на две полосы, которые усиливаются отдельными каналами и воспроизводятся отдельными динамическими головками. При этом низкочастотные динамические головки размещаются в одном громкоговорителе, а высокочастотная и среднечастотная — в другом.

Значительное улучшение качества звучания двухполосных усилителей вполне оправдывает их, можно сказать, единственный недостаток — сложность конструкции. Описываемый усилитель выполнен по двухполосной

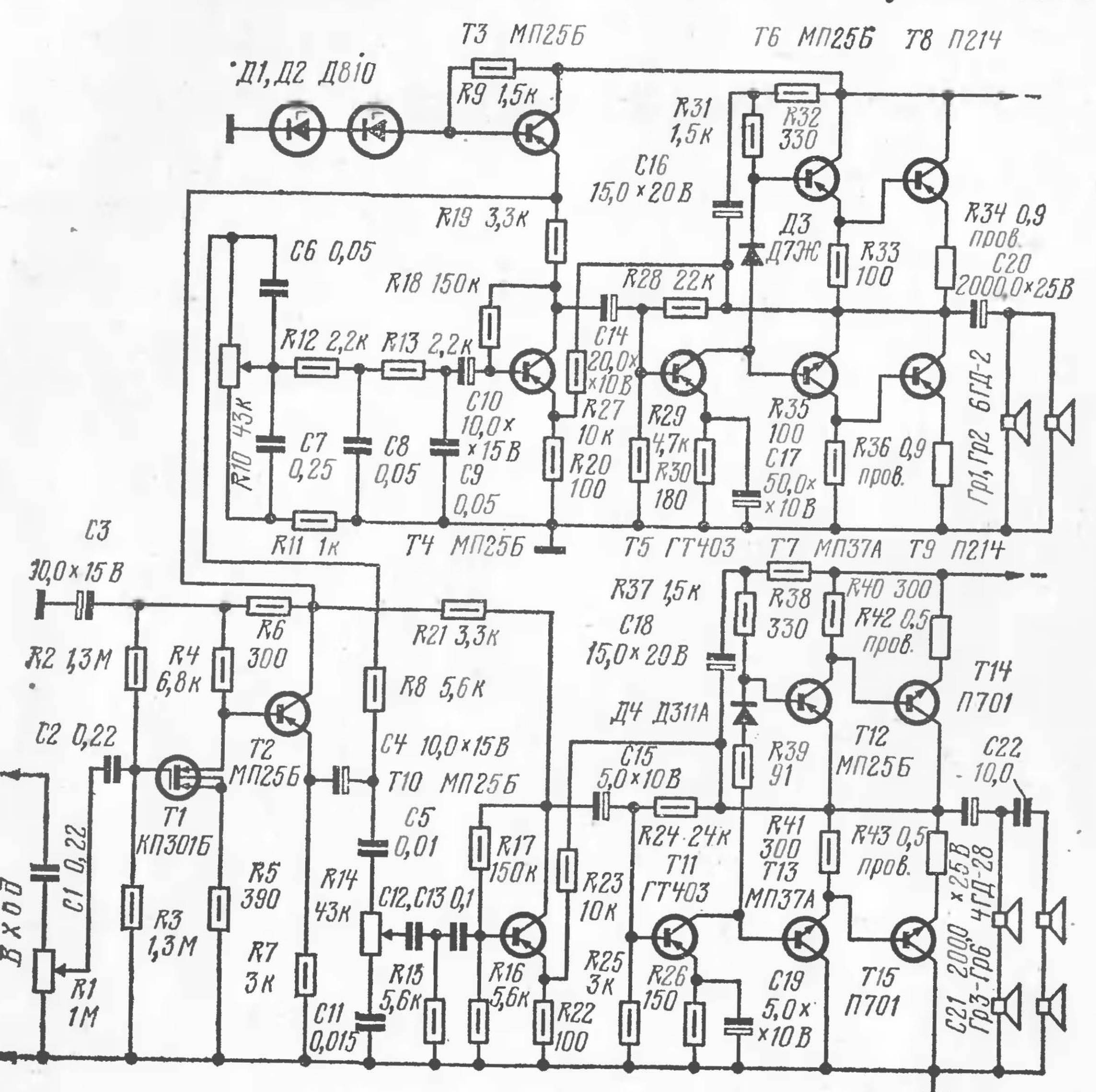


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя

схеме и имеет частоту раздела звукового спектра 1000 Гц.

Усилитель предназначен для совместной работы с электропроигрывателем, радиоприемником и т. п. Чувствительность усилителя 200 мВ, входное сопротивление около 1 МОм. Номинальная выходная мощность 10 Вт. Полоса рабочих частот 30 Гц — 30 кГц при неравномерности частотной характеристики не более 1 дБ. Коэффициент нелинейных искажений при номинальной

выходной мощности около 1%. Регулировка тембра плавная. Глубина регулировки тембра на частоте 100 и 10 000 Гц — ±14 дБ. Питается усилитель от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Размеры усилителя 300×200×100 мм, звуковых колонок 550×320×190 мм. Масса усилителя и колонок — 14 кг.

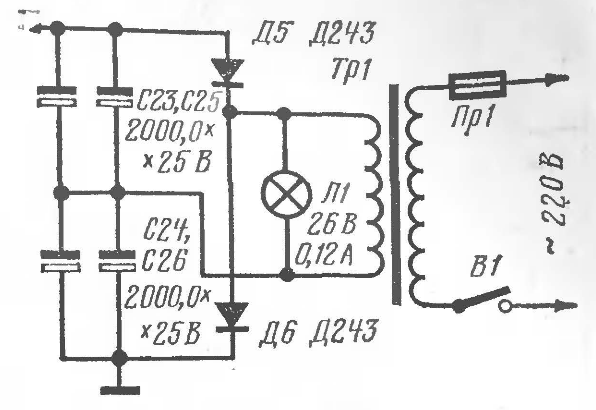


Рис. 2. Принципиальная схема блока питания

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 1. Он выполнен на 15 транзисторах и 6 диодах.

Первый каскад собран на полевом транзисторе *Т1*. Это позволило получить большое входное сопротивление

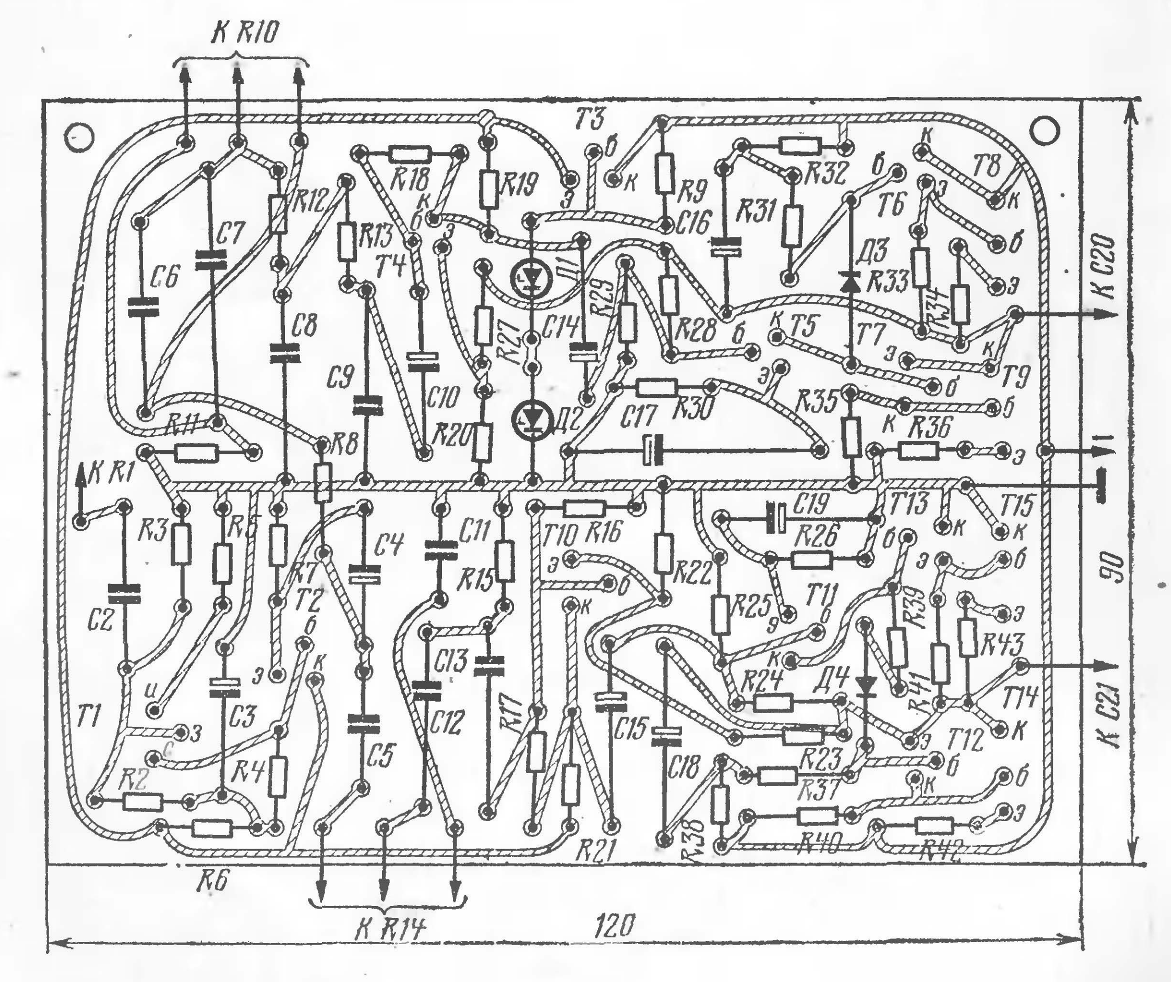


Рис. 3. Печатная плата и схема соединений элементов усилителя

	Э	К	Б
Т1	Исток —0,8	Сток —2,6	—
Т2	—2,4	—19	—2,6
Т3	—19	—32	—20
Т4	—0,2	—10	—0,3
Т5	—1,8	—15,9	—2,3
Т6	—16,1	—32	—16,2
Т7	—16	—0,1	—15,9
Т8	—16	—32	—16,1
Т9	—	—16	—0,1
Т10	—0,5	—14	—0,6
Т11	—1,3	—13,6	—1,4
Т12	—16	—30	—16,4
Т13	—14	—	—13,6
Т14	—32	—16	—30
Т15	—16	—	—14

усилителя и увеличить соотношение сигнал/шум. Каскад охвачен отрицательной обратной связью.

На транзисторе *Т2*, включенном по схеме с общим коллектором, собран второй каскад. Связь первого каскада со вторым — гальваническая.

Усиленный сигнал с эмиттера транзистора *Т2* поступает на регуляторы тембра высших и низших звуковых частот. Последовательно с регуляторами тембра включены пассивные *RC* фильтры (*R12C8R13C9* и *C12R15C13R16*), с помощью которых происходит разделение частотного спектра. В дальнейшем низшие частоты (до 1000 Гц) будут усиливаться транзисторами *Т4—Т9*, высшие (свыше 1000 Гц) — транзисторами *Т10—Т15*. Снижение усиления на частоте 1000 Гц около 3дБ.

Транзисторы *Т4* и *Т10* предварительного усилителя включены по схеме с общим эмиттером. Для уменьшения нелинейных искажений и улучшения термостабильности каждый каскад охвачен отрицательной обратной связью.

Усилитель мощности низших частот выполнен на транзисторах *Т5—Т9*, высших частот — на транзисторах *Т11—Т15*. Диоды *Д3* и *Д4* служат для улучшения термостабильности рабочей точки выходных транзисторов. Так же как и ос-

тальные каскады, мощный усилитель охвачен отрицательной обратной связью.

На выходе усилителей включены головки *Гр1, Гр2, Гр3—Гр6*.

Питание двухполосного усилителя производится от нестабилизированного источника напряжением 32 В (рис. 2). На транзисторе *Т3*, диодах *Д1, Д2* и резисторе *R9* (см. рис. 1) выполнен стабилизатор напряжения для питания первых двух каскадов.

Конструкция и детали. Усилитель собран в дюралюминиевом корпусе. На передней панели установлены регуляторы громкости, тембра, выключатель питания, индикаторная лампа и гнездо входа, а на задней панели — предохранитель на печатной плате размерами 120×90 мм, изготовленной из фольгированного стеклотекстолита. Схема соединений элементов приведена на рис. 3.

В усилителе использованы постоянные резисторы типа МЛТ, переменные — СП-1, конденсаторы МБМ, КЛС (электролитические К50-3, ЭГЦ). Резисторы *R34, R36, R42, R43* изготовлены из манганинового провода диаметром 0,8 мм. Статический коэффициент усиления транзисторов должен быть не менее 50.

Трансформатор *Тр1* выполнен на сердечнике Ш16×40 с площадью окна 6,4 см². Первичная обмотка содержит 1450 витков провода ПЭВ-2 033, вторичная — 85 витков провода ПЭЛ 0,64.

Налаживание усилителя заключается в установке режимов работы транзисторов, указанных в таблице. Напряжения на электродах измерены комбинированным прибором Ц20.

СВЕТ И МУЗЫКА

СВЕТОМУЗЫКАЛЬНАЯ УСТАНОВКА «ЯЛКЫН»

Б. ГАЛЕЕВ, Р. ГАЛЯВИН

СКБ «Прометей» основано в 1962 г. после первого в СССР исполнения симфонической поэмы Скрябина «Прометей» так, как это задумал сам композитор — со световым сопровождением. После этого светоконцерта сотрудники СКБ «Прометей», организованного при Казанском авиационном институте, создали несколько светомузыкальных инструментов серии «Прометей», «Кристалл», ряд автоматических светомузыкальных установок оформления интерьеров и установок световой архитектуры большой мощности. В течение этих лет в Казани было снято несколько светомузыкальных фильмов, проведен первый в СССР театрализованный спектакль без актера «Звук и свет». В 1967, 1969 и 1974 гг. по инициативе СКБ «Прометей» в Казани были проведены три Всесоюзные конференции «Свет и музыка».

В своих экспериментах СКБ «Прометей» последовательно отстаивал творческий, художественный принцип синтезирования музыки и света. Собственно искусство светомузыки создается с помощью управляемых человеком светомузыкальных инструментов (СМИ) или средств кинотехники. Автоматическое же синтезирование музыки и света используется лишь при решении прикладных задач, например, декоративно-оформительских, конкретным образцом чего и является автоматическая светомузыкальная установка (АСМУ) «Ялкын». В течение нескольких лет эксплуатации она показала себя надежной и эффективной по воздействию. «Ялкын» демонстрировался в павильоне «Радиоэлектроника» на ВДНХ СССР, на советских выставках в Берлине, Монреале и Вашингтоне.

В разработке и изготовлении АСМУ «Ялкын» принимали участие студенты и выпускники КАИ — Р. Сайфуллин, А. Бартик, Н. Тазюкова, Ю. Костычев, Н. Иванов, В. Букатин и др.

Принцип действия АСМУ

Принцип действия любого светомузыкального устройства целесообразно описывать с «конца» его структурной схемы (рис. 1).



Рис. 1. Структурная схема АСМУ

В данном случае схема «заканчивается» выходным оптическим устройством, которое позволяет воспроизводить на экране определенный набор красочных световых эффектов. Такие эффекты и сами по себе (без звука) должны обладать определенным декоративным воздействием. Вынеся на пульт регуляторы яркости, цвета, скорости движения форм, можно по желанию управлять их развитием «от руки». В АСМУ же динамикой этих световых эффектов управляет, по сути дела, музыка. То есть с изменением основных параметров музыки (точнее звука, так как автоматы пока не могут анализировать собственно музыку как эстетическое явление) изменяются какие-либо параметры света. Полноценный анализ музыкальных звучаний — задача непосильная на сегодняшний день не только для радиолюбителей, но и для специалистов. Уже при анализе инструментов по тембрам конструкторы встречаются с огромными трудностями (до сих пор еще не существует быстродействующих автоматических анализаторов тембра).

Из звуковых параметров легче всего поддаются анализу и опознаванию лишь частота и интенсивность. Именно на этой основе и создаются обычно блоки управления. Звуковой сигнал подается на вход электрических фильтров, а затем его детектируют и интегрируют. Небольшое количество фильтров определяет, по существу, не частоту звука, а всего лишь поддиапазон, регистр

звучания. С изменением регистра звучания чаще всего изменяют цвет динамического света (или в иных случаях размер световых форм — чем выше регистр, тем мельче и резче формы). В различных АСМУ принимается различный порядок связывания цветов и регистров (низкий, средний, высокий), так как ни в самой природе, ни в восприятии человека не существует жестких закономерностей цвето-регистрового ассоциирования. Так же произвольно выбирается и число звуковых каналов (от одного до восьми и более).

Основной ошибкой многих конструкторов автоматических светомузыкальных установок является пренебрежительное отношение к разработке выходного оптического устройства. Они возлагают неоправданно большие надежды на создание такого универсального блока управления, который позволил бы чудодейственно «превращать» музыку в свет. Реально же автоматы могут лишь совмещать, синтезировать по определенной программе музыку и светодинамическую картину, которую заранее подготавливает художник (в этой роли может испробовать свои возможности и сам конструктор АСМУ). Выбор программы и световой композиции в различных АСМУ может сильно отличаться. И при «подключении» к ним одной и той же музыкальной записи на экране каждой из них будет воспроизводиться своя оригинальная картина, развивающаяся синхронно с музыкой.

Конструкция выходного оптического устройства

Экран АСМУ «Ялкын» имеет кубическую форму. На пяти матовых гранях этого куба из органического стекла (рис. 2, а) воспроизводятся многокрасочные проекции (длина стороны куба — 400 мм).

Вся светотехническая конструкция вместе с электронным блоком скрыта внутри этого куба и расположена таким образом, чтобы свет проецировался до самого основания куба. Этим создается иллюзия его воздушности и легкости.

Три лампы мощностью 100 Вт (220 В) закреплены внутри кубического трафарета (на его гранях вырезан

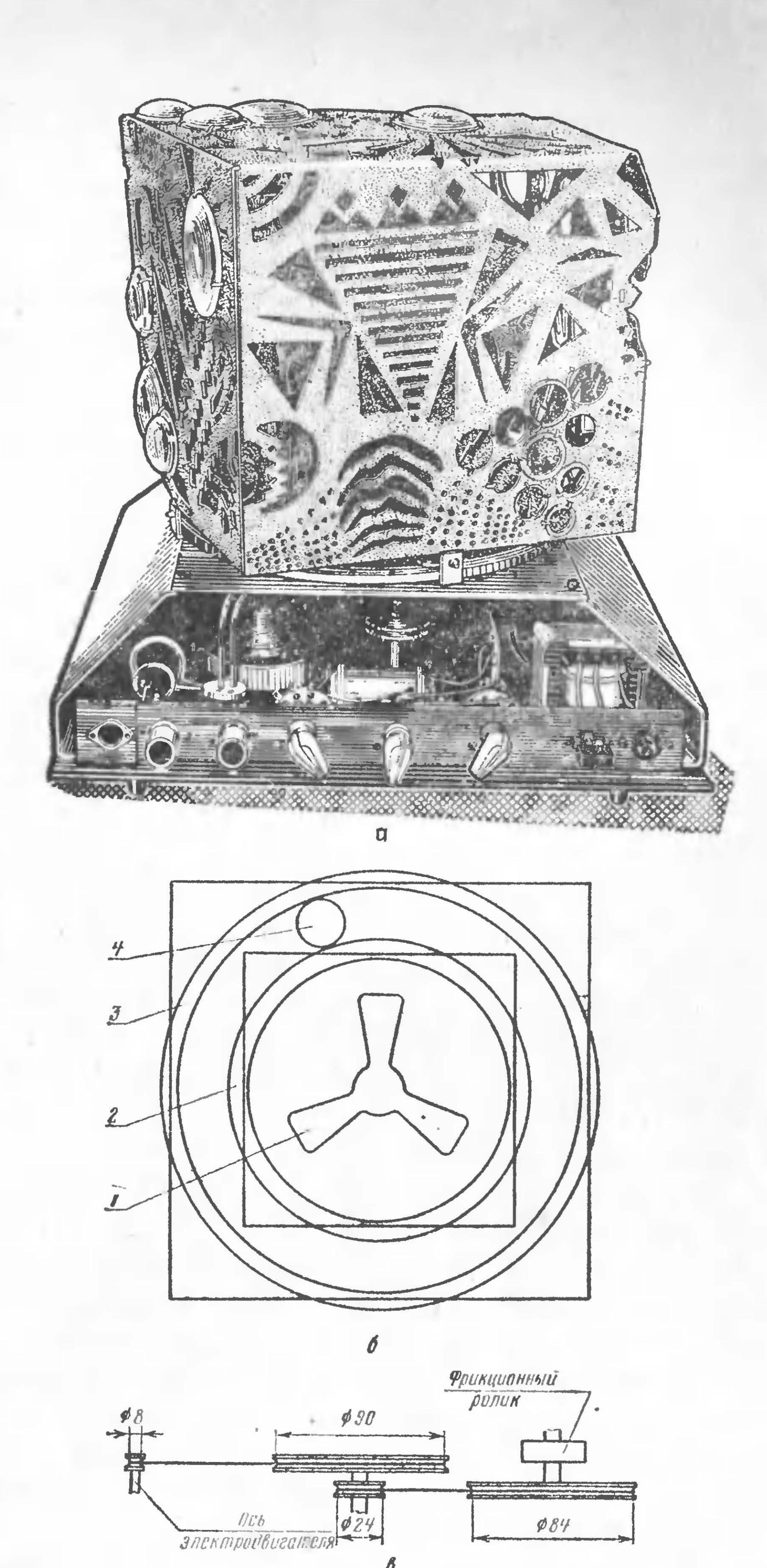


Рис. 2. Внешний вид АСМУ «Ялкын» (со снятыми панелями) *а*; кинематический узел: *б*—вид сверху; *в*—вид сбоку

орнамент), изготовленного из тонкого дюралюминия. Этот трафарет, в свою очередь, помещен в кубический трафарет больших размеров. Оба они медленно вращаются вокруг одной осевой линии — один по часовой стрелке, другой против. Кинематический узел (рис. 2, б) обеспечивает небольшое различие скоростей их вращения. Этим достигается разнообразие и неповторимость комбинаций в теневых проекциях.

В АСМУ «Ялкын» использован всего один электродвигатель АКД-2, вращающий кубические трафареты и лопасти вентилятора, направляющие поток воздуха вверх на лампы. Кубические трафареты жестко закреплены на двух концентрических кольцах *2* и *3*, приводимых во вращение одним фрикционным роликом *4*. Наружный диаметр большого кольца 272 мм, внутренний 248 мм. Размеры малого кольца соответственно 192 и 168 мм. Кольца изготовлены из алюминия толщиной 5 мм. Фрикционный ролик стандартный — от магнитофона «Тембр». Лопасти вентилятора *1* укреплены непосредственно на оси электродвигателя. Передача вращения от электродвигателя на фрикционный ролик осуществляется через промежуточные шкивы. Диаметры шкивов показаны на рис. 2, в. Пассики используются от различных промышленных магнитофонов. Можно применить и любые другие редукторы, обеспечивающие конечный результат — вращение кубических трафаретов с частотой 1/30—1/60 $с^{-1}$. Размеры кубических трафаретов 260×260×260 мм и 170×170×170 мм. Кольца укреплены с помощью пружинных фиксаторов.

При изготовлении кубических трафаретов открыт большой простор для эксперимента. Некоторые фигурные отверстия можно закрыть линзами, сетками, гофрированной прозрачной пленкой. При медленном совмещении линз обоих трафаретов на экране возникают причудливые фигуры. Интересный эффект возникает, например, если использовать матовые или молочные лампы. Зато обычные лампы дают более резкий и определенный рисунок, позволяют вводить в композицию даже элементы реальной графики.

Светофильтры можно закреплять непосредственно на трафаретах в определенных комбинациях. Но стоит попробовать и другой вариант — за каждой лампой закрепить определенный цвет (для этого на них надо надеть

стаканы из цветных пленок на проволочных каркасах). Можно совместить и оба варианта. Но критерием оценки результата всегда остается художественный вкус, а не предвзятая умозрительная идея.

Конструкция и схема электронных узлов

Звуковой сигнал с выхода магнитофона подается на систему автоматического регулирования усиления (рис. 3), осуществляющую в данном случае компрессию, то

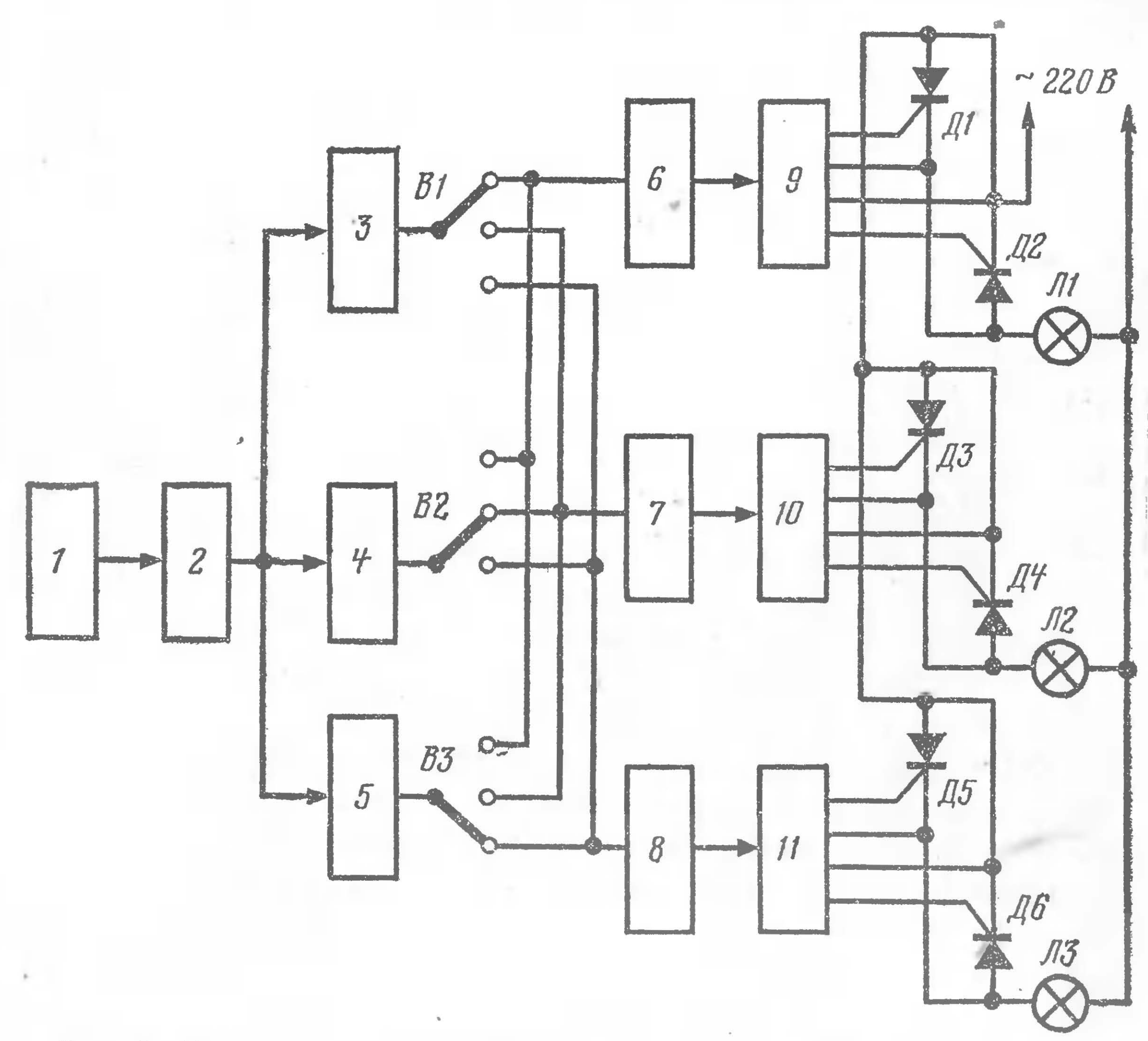


Рис. 3. Функциональная схема светомузыкальной установки «Ялкын»: *1*—магнитофон; *2*—компрессор; *3—5*—полосовые фильтры; *6—8*—детектирующие устройства; *9—11*—блоки управления тиристорами

есть сжатие динамического диапазона подаваемого звукового сигнала. Необходимость в использовании компрессора вызвана применением в выходном оптическом

устройстве АСМУ ламп накаливания. Они, как известно, начинают светиться лишь при определенном пороговом напряжении, которое составляет около 10% номинального значения (то есть их динамический диапазон около 20 дБ). В то же время у обычных электроакустических установок динамический диапазон соответствует 40—50 дБ. Таким образом, если настроить блок управления (с линейным усилителем мощности) так, чтобы свет отвечал низким звучаниям, то лампы перестанут реагировать на изменение громкого звука. Если настроить его на верхний диапазон громкости, то тихая музыка будет звучать в полной темноте. Для исключения этого неприятного явления и необходимо согласовывать динамические диапазоны звукового и светового каналов (этого же результата можно было бы добиться не только использованием АРУ, но и логарифмированием звукового сигнала).

С выхода компрессора звуковой сигнал поступает на полосовые фильтры *3—5,* которые делят весь звуковой диапазон на три поддиапазона. С выхода фильтров звуковой сигнал подается на коммутатор, предназначенный для произвольного (по желанию зрителя) коммутирования сигналов с выхода частотно-разделительных фильтров на детекторы. Это устраняет жесткую привязку частотного поддиапазона к определенному цвету. Коммутатор выполнен на галетном переключателе.

Продетектированный сигнал поступает в блок управления тиристорами, формирующий мощные импульсы, длительность которых определяется управляющим напряжением, поступающим с детектора. Эти импульсы, в свою очередь, подаются на управляющий электрод тиристора и регулируют угол его зажигания, что приводит к изменению среднего значения напряжения на нагрузке.

На рис. 4. приведена принципиальная схема компрессора. На его входе включен эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе *Т1.* Высокое входное сопротивление компрессора позволяет подключать АСМУ к выходу любого магнитофона. С выхода эмиттерного повторителя сигнал поступает на регулируемое сопротивление, состоящее из диодов *Д2, Д3,* конденсаторов *С3, С5, С6* и резисторов *R7, R8, R10,* и на усилитель, собранный на транзисторе *Т2.* Напряжение, поступающее с вы-

хода этого транзистора, управляет регулируемым сопротивлением. Слабый входной сигнал проходит через сопротивление без ослабления. При увеличении же уровня входного сигнала регулируемое сопротивление уменьшает его. С эмиттерного повторителя (транзистор *Т3*) сигнал подается на следующий каскад (транзистор *Т4*)

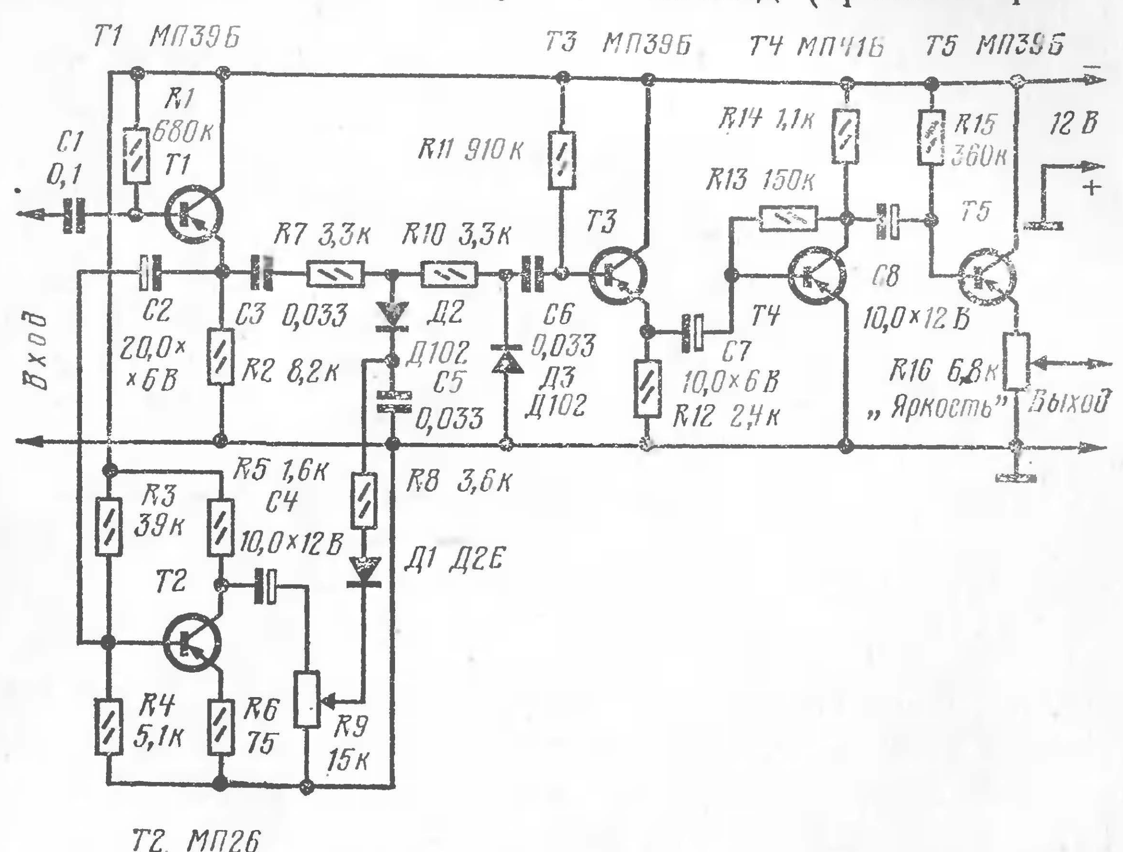


Рис. 4. Принципиальная схема компрессора

и усиливается до напряжения 1,5—2 В. Переменным резистором *R16*, ручка которого выведена на панель управления, регулируют уровень яркости. Далее сигнал подается на частотно-разделительные фильтры.

Как известно, на частотах звукового диапазона наибольшее применение находят пассивные и активные *RC* фильтры. Но пассивные фильтры, состоящие только из резисторов и конденсаторов, имеют низкую избирательность и вносят большие потери в пределах полосы пропускания. Этих недостатков лишены активные фильтры.

Именно поэтому фильтры в АСМУ «Ялкын» (рис. 5) выполнены на эмиттерных повторителях. Они обладают высоким входным сопротивлением, что позволяет использовать их для низких звуковых частот. Введение

частотно-зависимой положительной обратной связи дает возможность получить коэффициент передачи больше единицы и значительно увеличить избирательность. Полосовые фильтры формируют из *RC* фильтров высших и низших частот. Избирательность таких фильтров ле-

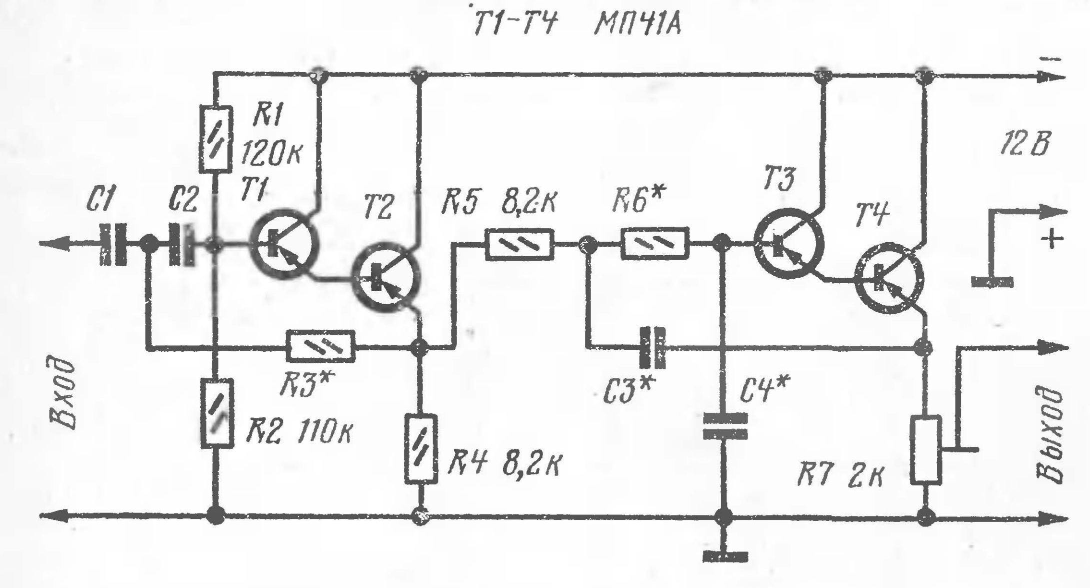


Рис. 5. Принципиальная схема фильтра

жит в пределах 14—15 дБ/октава. Номиналы элементов фильтра приведены в таблице.

Обозначение по схеме	1 канал	2 канал	3 канал
C1	0,2 мкФ	0,015 мкФ	0,001 мкФ
C2	0,1 мкФ	0,066 мкФ	0,015 мкФ
C3	0,3 мкФ	0,15 мкФ	0,015 мкФ
C4	0,048 мкФ	0,01 мкФ	0,0015 мкФ
R3	4,7 кОм	10 кОм	5,6 кОм
R6	9,2 кОм	8,2 кОм	16 кОм

При налаживании фильтров резистором *R7* устанавливают одинаковые уровни сигнала на выходе каждого из них.

Принципиальная схема детектирующего устройства, выполненного на диоде *Д1*, представлена на рис. 6. Нагрузкой являются резистор *R6*, конденсатор *С3*. Изменяя величины резистора и конденсатора, можно изменять постоянную времени детектора, тем самым управ-

ляя инерционностью определенных световых каналов. В каналах низших частот постоянная времени бо́льшая, чем в остальных каналах. Начальное смещение детектора определяется падением напряжения на делителях, состоящих из резисторов *R3—R6*. Ток, проходящий через эти резисторы, зависит от напряжения, подаваемого на базу транзистора *T1* с переменного резистора *R1*.

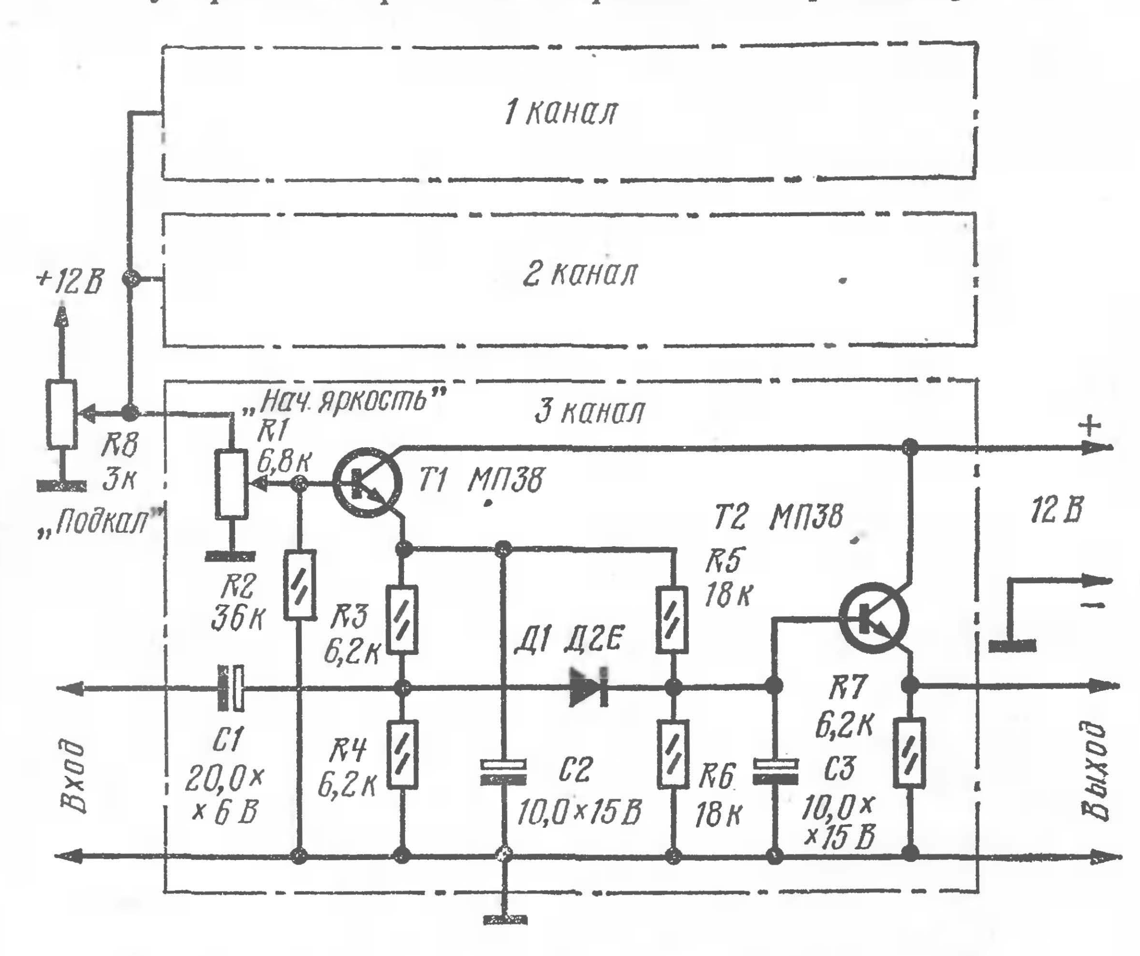


Рис. 6. Принципиальная схема детектирующего устройства

При налаживании АСМУ общий для всех каналов регулятор «Подкал» (резистор *R8*) устанавливают в среднее положение и регуляторами *«Нач. яркость»* добиваются появления небольшого свечения ламп. Регулятор *«Подкал»* выведен на панель управления.

Блок управления мощностью включает в себя тиристоры, которые, в свою очередь, управляются специальным блоком. Последний предназначен для изменения угла зажигания тиристора мощными импульсами. Частота следования импульсов синхронизирована с частотой сети, а длительность их переменна.

Принципиальная схема блока управления тиристорами приведена на рис. 7, а. Он представляет собой бесконтактное транзисторное устройство, преобразующее сигнал постоянного напряжения в высокочастотные импульсы. Импульсы с частотой сети поступают на вход формирователя пилообразного напряжения, выполненного на транзисторе *T1* и диодах *Д1, Д2*. В результате

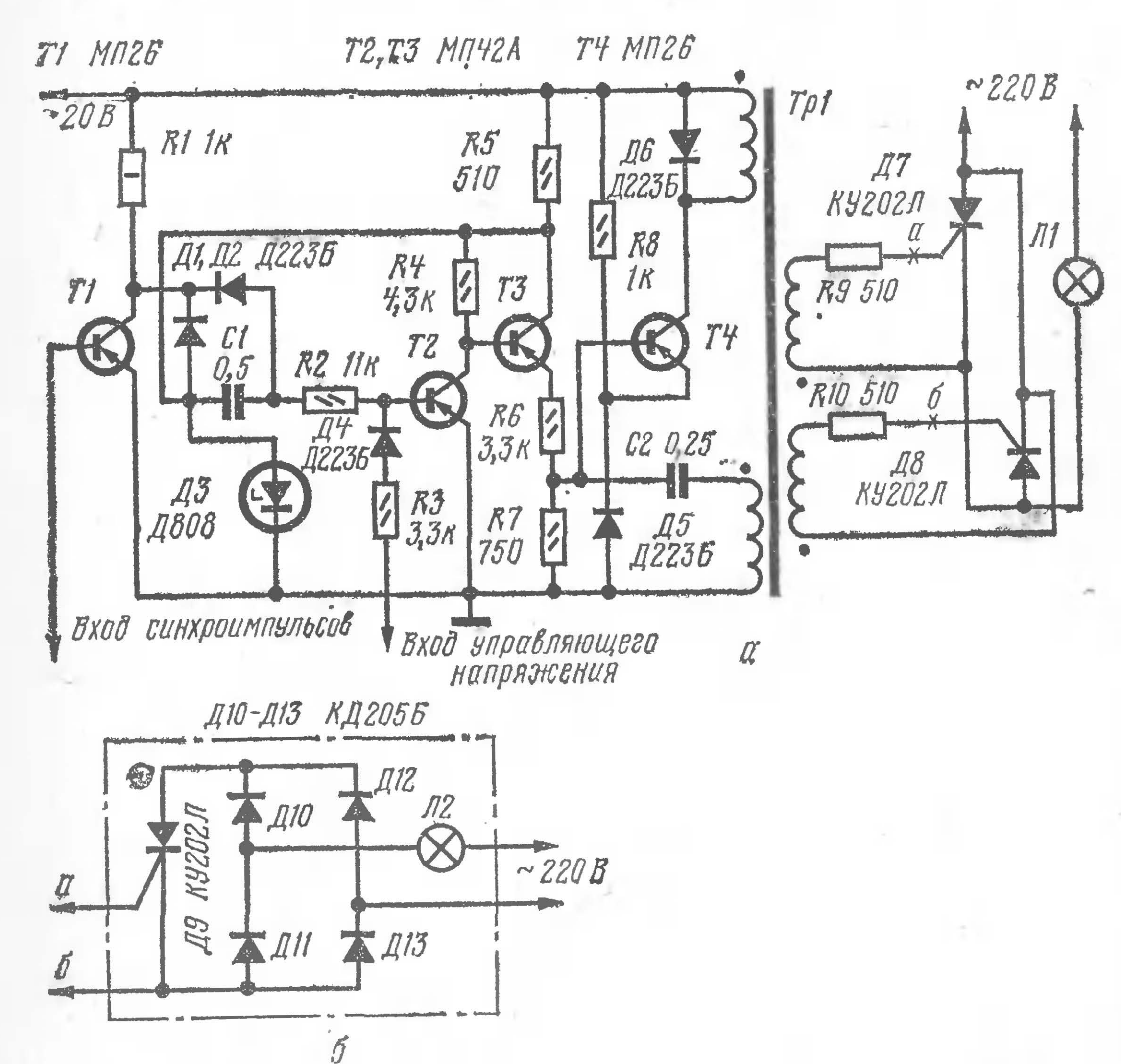


Рис. 7. Принципиальная схема блока управления тиристорами: *а*—с большим числом тиристоров; *б*—с меньшим числом тиристоров

сложения управляющего (подается с выхода детектора на вход блока) и пилообразного напряжений на выходе каскада формирования прямоугольного напряжения (транзистор *T2*) образуются прямоугольные импульсы, ширина и положение которых определяется величиной управляющего напряжения. Импульсы, усиленные по мощности транзистором *T3*, подаются на вход ждущего

блокинг-генератора, собранного на транзисторе *Т4*. Отпирающие импульсы (серия импульсов переменной скважности) со вторичной обмотки трансформатора *Тр1* подаются на управляющие электроды тиристоров, регулируя их угол зажигания.

Трансформатор *Тр1* выполнен на ферритовом кольцевом сердечнике марки М2000НМ (типоразмер К20×10×

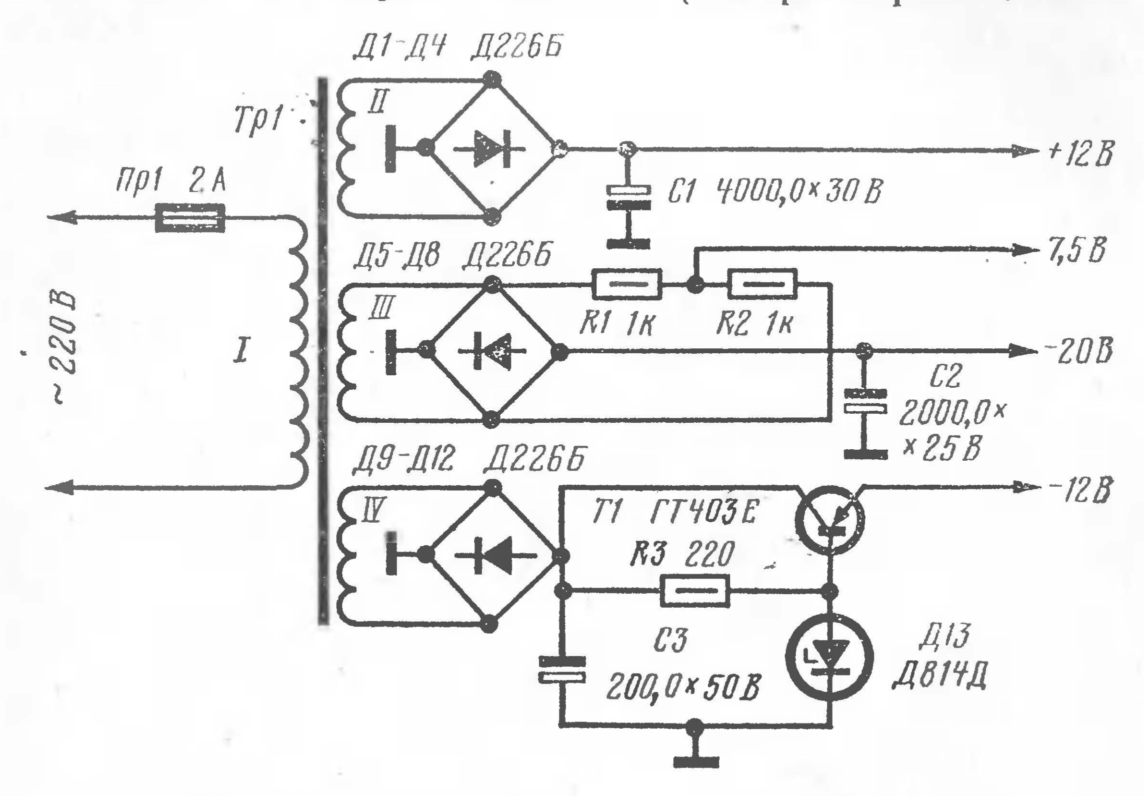


Рис. 8. Принципиальная схема блока питания

×5). Все обмотки содержат по 40 витков провода ПЭЛШО 0,25.

С целью уменьшения числа тиристоров схему усилителя мощности можно изменить так, как показано на рис. 7, б. В этом случае в качестве трансформатора *Тр1* можно применить серийный трансформатор типа ГХ-4 720. 022.

Следует иметь в виду, что если предусмотреть охлаждение тиристоров, а в модифицированном варианте блока усилителя мощности использовать более мощные силовые диоды, то можно применять лампы мощностью до 2 кВт.

Принципиальная схема блока питания показана на рис. 8. Силовой трансформатор выполнен на сердечнике ШЛ20×32. Обмотка *I* содержит 1140 витков провода ПЭВ-2 0,31, *II* — 52 витка провода ПЭВ-2 0,35, *III* — 87 витков провода ПЭВ-2 0,55, *IV*—87 витков провода ПЭВ-2 0,31.

Компрессор, фильтры питаются стабилизированным напряжением 12 В. На базу транзистора *Т1* блока управления тиристорами подается пульсирующее напряжение 7,5 В с частотой 50 Гц.

Подробнее о принципах создания подобных устройств смотрите в книгах:

1. **Галеев Б. М., Андреев С. А.** Принципы конструирования светомузыкальных устройств. М., «Энергия», 1973.
2. **Искусство** светящихся звуков. Сборник. Под ред. Галеева Б. М. Казань, КАИ, 1973.
3. **Дзюбенко А.** Цветомузыка. М., «Знание», 1973.

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ВОЛЬТОММЕТР

Ф. ЛИН

Как известно, милливольтметр МВЛ-2м из-за некоторых его недостатков (низкий частотный предел, большая входная емкость) приходится дополнять ламповым вольтметром или вольтомметром (например, ВКС-7б, ВК7-9 и др.). Поэтому целесообразно милливольтметр и ламповый вольтомметр объединить в одном корпусе, что и сделано в описываемом приборе.

Вольтомметр, принципиальная схема которого изображена на рисунке (без схемы милливольтметра МВЛ-2м), позволяет измерять переменные напряжения от 1 мВ до 300 В в диапазоне частот от 20 Гц до 1 МГц при входной емкости 37 пФ и входном сопротивлении 0,5 МОм; переменные напряжения от 50 мВ до 200 В в диапазоне частот от 20 Гц до 50 МГц при входной емкости не более 5 пФ и входном сопротивлении 1,5 МОм (на частоте 1 МГц); сопротивления от 0,01 до 10 Ом в безындукционных цепях при мощности рассеивания на измеряемом резисторе около нескольких милливатт и сопротивления изоляции до 100 ГОм при измерительном напряжении около 12 В. Питание накалов ламп обеспечивается пятью соединенными параллельно элементами 373.

Отличие вольтомметра (см. схему) от известных состоит в том, что в нем применены лампы с низким напряжением питания накалов от источника постоянного тока. Это пришлось сделать потому, что при высокой чувствительности усилителя постоянного тока (около 0,2 В на всю шкалу) малейшая нестабильность питающих напряжений приводит к значительному дрейфу нуля. И если анодное напряжение удается хорошо стабилизировать имеющимся в милливольтметре МВЛ-2м стабилитроном, то накальное напряжение стабилизации не поддается.

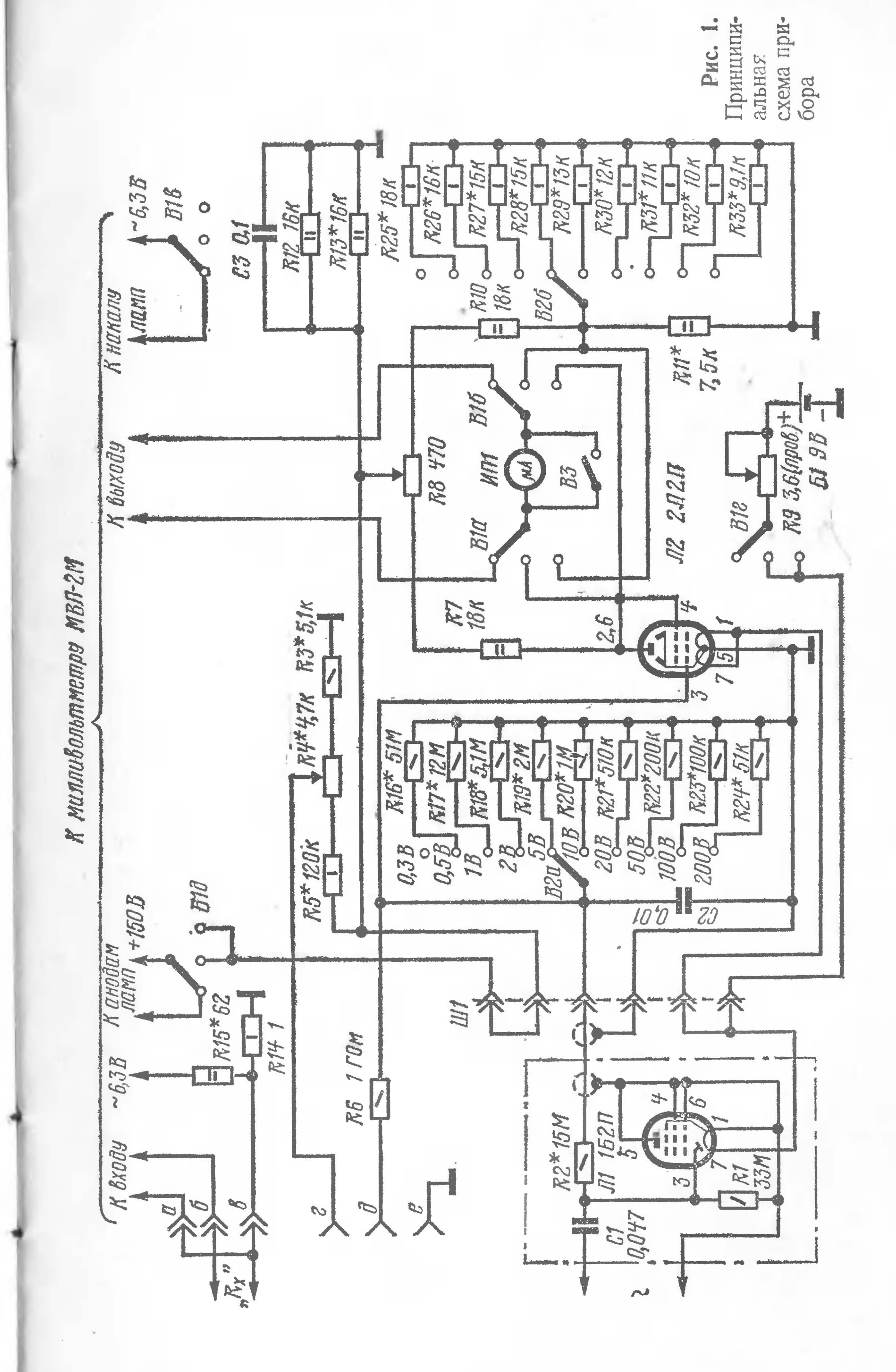


Рис. 1. Принципиальная схема прибора

Именно поэтому питание накалов ламп производится от батареи *Б1*. Уменьшение напряжения питания батареи, вызванное ее старением, компенсируется включенным в цепь накала переменным резистором *R9*.

Следует отметить, что дрейф нуля, вызванный снижением накального напряжения, может быть частично скомпенсирован и соответствующим подбором ламп. Известно, что на аноде диода 1Б2П даже при отсутствии переменного измеряемого напряжения имеется начальный отрицательный потенциал (около 0,5 В), обусловленный электронной эмиссией катода. Этот потенциал, приложенный к сетке усилительной лампы (2П2П), компенсируется при балансе моста, образованного лампой *Л2* и резисторами *R7, R8, R10, R11*. Малейшее изменение напряжения накала лампы *Л2* нарушает этот баланс, но оно же одновременно изменяет и начальный потенциал диода лампы *Л1*, что приводит к эффекту самобалансирования.

Еще одним достоинством такого вольтметра является то, что лампа 1Б2П почти не нагревается, и, следовательно, конденсатор *C1* и резисторы *R1* и *R2*, смонтированные внутри пробника, не изменяют своих параметров (в частности, сопротивление изоляции конденсатора *C1*). Это особенно важно при измерении в цепях, в которых имеются значительные постоянные составляющие напряжения.

В верхнем по схеме положении переключателя *В1* прибор *ИП1* подключается к выходу милливольтметра МВЛ-2м, на который одновременно подается напряжение питания анодных и накальных цепей. В среднем положение переключателя напряжения питания поступают на ламповый вольтметр. В нижнем положении переключателя *В1* изменяется лишь полярность включения измерительного прибора *ИП1*. Малые сопротивления измеряют при установке переключателя *В1* в положение, указанное на схеме.

В милливольтметр внесены небольшие изменения. Кенотрон 6Ц5С заменен двумя диодами МД218 (или аналогичными), а обмотка трансформатора, питающая накал кенотрона, подключена к делителю *R14R15*. Если теперь соединить гнездо *«в»* со входом милливольтметра (гнездо *«а»*), а его переключатель пределов установить в положение *«100 мВ»*, то стрелка отклонится почти на

всю шкалу. Перед измерением ручкой *«Калибровка»*, имеющейся в милливольтметре МВЛ-2м, добиваются точной установки стрелки на последнюю отметку шкалы. Затем гнезда *«а»* и *«б»* замыкают между собой и устанавливают стрелку прибора на начальную отметку шкалы ручкой *«Уст. 0»* милливольтметра. При измерении резистор подключают к выводам *«R_x»* и по отклонению стрелки, используя градуировочную таблицу, определяют сопротивление.

Ламповый вольтметр состоит из выносной диодной головки (она собрана на лампе *Л1* и соединена с прибором октальным разъемом *Ш1*), усилителя постоянного тока, выполненного на лампе *Л2*, и измерительной головки милливольтметра *ИП1*, коммутируемой переключателем *В1*. Тумблер *В3* шунтирует измерительный прибор *ИП1* после проведенных измерений. Это уменьшает вероятность выхода измерительной головки из строя из-за случайных перегрузок.

Переключателем *В2* устанавливают пределы измерений и одновременно обеспечивают сохранение баланса моста путем параллельного подключения соответствующих резисторов к резистору *R11*. Баланса моста добиваются резистором *R8*.

Кроме того, для предохранения измерительного прибора от перегрузок при случайной установке переключателя *В1* в среднее или нижнее положение (когда головка отключена) в октальном разъеме предусмотрена блокировка, разрывающая анодную цепь. С целью уменьшения разряда батарей через разъем подается и напряжение питания накальных цепей.

Для измерения сопротивления изоляции используется часть анодного напряжения, снимаемого с делителя, состоящего из резисторов *R3 — R5*. Перед измерением гнезда *«г»* и *«д»* замыкают накоротко и переменным резистором *R4* устанавливают стрелку прибора на последнюю отметку шкалы. Затем при соединении гнезд *«д»* и *«е»* добиваются установки стрелки на начальную отметку шкалы. После этого подключают исследуемый объект к гнездам *«г»*, *«д»* и *«е»* и находят сопротивление изоляции по градуировочной таблице.

В приборе применены сдвоенные переменные резисторы СП-2-А. Переменный резистор *«Калибровка»* в милливольтметре объединяют с переменным резистором

R4 (нуль мегомметра), а резистор *«Уст. 0»* — с резистором *R8* (*«Нуль вольтметра»*).

Для измерения малых сопротивлений используют входные гнезда милливольтметра, причем правое гнездо «земля» отсоединяют от корпуса и устанавливают на стекло-текстолитовые шайбы. На этом гнезде монтируют резисторы *R14* и *R15*.

Диодная головка собрана в стакане из высокочастотного изоляционного материала по размерам лампы 1Б2П. Соединительный шланг содержит два гибких провода (один из них экранирован), на которые надета резиновая трубка. Один из концов шнура оканчивается штепселем октального разъема.

Гнездо сетевого питания милливольтметра МВЛ-2м использовано под вход мегомметра, сетевой шнур введен в прибор с задней стороны. Третий (боковой) заземляющий контакт гнезда в виде латунной полоски при включении соединяется с таким же контактом штепселя разъема, к которому присоединена экранирующая оплетка.

Переключатель напряжения сети прибора закреплен внутри прибора; на его месте смонтирована октальная керамическая панель для подключения диодной головки. Вместо резистора *«Калибровка»* устанавливают переключатель *В2*, а резистор (сдвоенный) укрепляют в отверстии тумблера сети; последний переносят чуть выше. Над ним вместо индикаторной лампы устанавливают переключатель *В1*. Слева и справа от резистора *«Уст. 0»* сверлят отверстия, в которых крепят тумблер *В3* и переменный резистор *R9*.

Керамическую панель для лампы *Л2* располагают в одном из двух отверстий, имеющихся между лампами *Л2* и *Л3* милливольтметра. Над ним устанавливают горизонтальную стекло-текстолитовую плату с укрепленными на ней элементами 373. Плату с резисторами *R16 — R33* помещают в подвале шасси.

При налаживании прежде всего необходимо тщательно отрегулировать стабилизатор анодного напряжения. При этом микроамперметр должен быть отключен, а диодная головка включена. Переключатель *В1* ставят в среднее положение, а вместо резисторов *R12* и *R13* и нагрузочного резистора стабилизатора милливольтметра временно подключают проволочные переменные резисторы.

Затем вместо резистора *R11* включают переменный резистор и, изменяя его сопротивление, добиваются равенства относительно общего провода напряжений в точках подключения прибора *ИП1*. После этого подключают прибор и, изменяя накальное напряжение резистором *R9*, подбирают такую пару ламп *Л1* и *Л2*, при которой дрейф нуля будет минимален.

Далее проверяют частотную погрешность прибора. Делают это с помощью НЧ и ВЧ генераторов и образцового вольтметра переменного тока. Погрешность не должна превышать 2—3% на крайних частотах (20 Гц и 50 МГц). В случае большей погрешности следует проверить конденсатор *С1*.

При налаживании прибора в режиме измерения сопротивления изоляции нужно лишь подобрать резисторы *R3* и *R5* так, чтобы в среднем положении движка резистора *R4* (гнезда *«г»* и *«д»* соединены между собой) стрелка устанавливалась на последнюю отметку шкалы. Калибровка прибора производится по образцовым резисторам, а показания измерений вносятся в таблицу.

Для калибровки вольтметра применяют звуковой генератор, имеющий широкий диапазон выходных напряжений, и образцовый вольтметр. Калибровку осуществляют двумя переменными резисторами, подключенными к соответствующим контактам переключателя *В2* (на первом пределе подбирают лишь резистор *R2*). После этого измеряют сопротивления переменных резисторов и вместо них устанавливают постоянные резисторы необходимого номинала.

Калибровку омметра лучше всего производить, используя магазин сопротивлений. В этом случае также следует составить градуировочную таблицу.

ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ТЕХНИКА

ПЕРЕДЕЛКА ТЕЛЕВИЗОРА «РЕКОРД-12» НА ЦВЕТНОЙ

Н. АВДЮНИН

Телевизор «Рекорд-12» является супергетеродинным приемником, предназначенным для приема сигналов черно-белого телевидения. Однако он может быть переделан и на цветной. Для этого в телевизор «Рекорд-12» устанавливают цветной масочный кинескоп 40ЛК4Ц с устройством управления (унифицированной отклоняющей системой ОС-90ЛЦ2 и регулятором сведения РС-90ЛЦ, корректирующими магнитами), три электрических блока от телевизора «Рекорд-102» [1] (блоки динамического и статического баланса белого № 10 и [4] и блок коррекции геометрических искажений № 11), блок управления электромагнитами сведения [2], блок цветности (с полупроводниковой и ламповой платами) от телевизора «Радуга ЦТ-5» [3].

Для обеспечения работы перечисленных устройств и блоков используются с некоторыми доработками узлы от телевизора «Рекорд-12». К ним относятся выходные каскады строчной и кадровой разверток, каскад видеоусилителя (яркостный канал) и блок питания. Кроме того, необходимо добавить дополнительные узлы: каскад формирования гасящих импульсов, поступающих на кинескоп 40ЛК4Ц, и каскад формирования кадровых импульсов в блоке цветности. Следует также ввести автоматические регулировки (АПЧФ строк [4], АПЧФ кадров [5], доработать звуковой канал и амплитудный селектор синхроимпульсов [5]. В телевизор «Рекорд-12» можно также ввести и АПЧГ [5]. Остальные узлы телевизора: ПТК, УПЧИ, БГК, БГС, УПЧЗ и УНЧ остаются без изменений.

Следует отметить, что введение такого значительного числа дополнительных узлов обеспечивается конструктивными резервами телевизора «Рекорд-12» и широким использованием полупроводниковых приборов, позволяющих не устанавливать новые ламповые панели.

Для динамической головки в корпусе телевизора места нет и ее делают выносной.

Рассмотрим те изменения, которые необходимо произвести в блоках телевизора «Рекорд-12».

Выходной каскад строчной развертки

Как известно, от выходного каскада строчной развертки цветного телевизора требуется несколько большая отдаваемая мощность, чем от каждого черно-белого телевизора. Добиваются этого, увеличив в выходном каскаде телевизора «Рекорд-12» анодное напряжение до +300 В и повысив к. п. д. имеющегося ТВС. Повысить к. п. д. трансформатора можно за счет исключения подмагничивания постоянной составляющей анодного тока выходной лампы, облегчения температурного режима, а также путем введения стабилизации размера растра по горизонтали и использования диодного демпфера.

Схема выходного каскада строчной развертки после модернизации показана на рис. 1.

Указанное анодное напряжение получается после изменения схемы удвоения анодного напряжения. Более подробно об этом будет рассказано в разделе «Блок питания».

Подмагничивание ТВС исключается благодаря тому, что постоянная составляющая анодного тока лампы *Л3-4* и диодного демпфера, минуя обмотку ТВС, протекает через РРС-70, включенный между катодом диодного демпфера и анодом выходной лампы. Переменная составляющая поступает в обмотку ТВС через конденсатор *С3*. Для этого РРС-70 подключают к выводу *5* и *6* ТВС.

Температурный режим выходной лампы облегчают радиаторы, изготовленные из тонкой жести, окрашенной в черный цвет, и надетые на баллон лампы.

Чтобы повысить чувствительность выходного каскада к изменению тока лучей кинескопа и тем самым стабилизировать величину напряжения на втором аноде, регулирующее напряжение снимают с дополнительной обмотки (*14 — 15;* 120 витков), которая выполняется про-

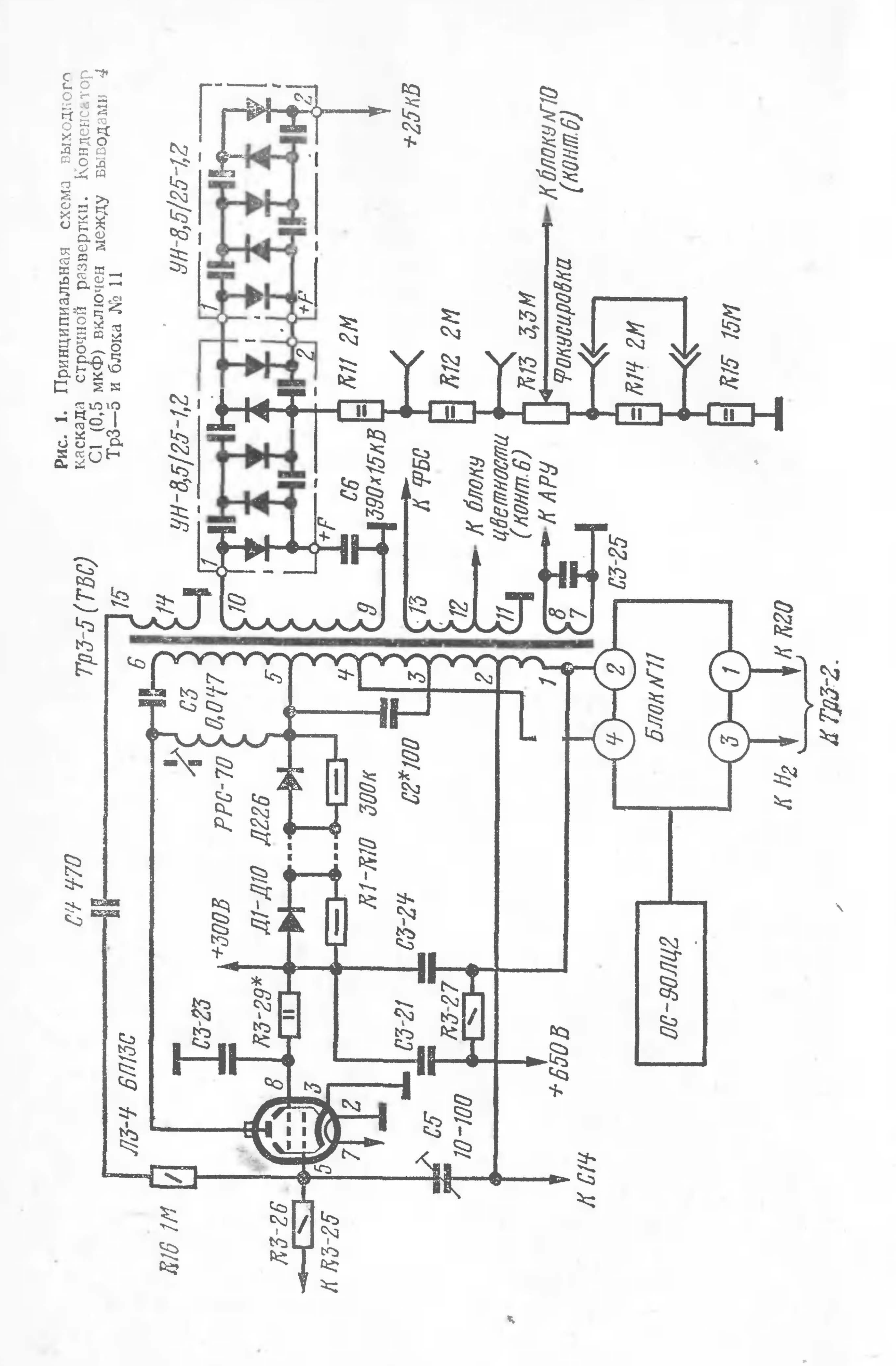


Рис. 1. Принципиальная схема выходного каскада строчной развертки. Конденсатор С1 (0,5 мкФ) включен между выводами 4 Тр3—5 и блока № 11

водом ПЭВ-2 0,28 и располагается в непосредственной близости от высоковольтной обмотки. Обязательно надо проследить, чтобы она была включена в правильной полярности и хорошо изолирована от высоковольтной катушки ТВС (во избежание пробоя). За счет дополнительной обмотки удается достаточно устойчиво поддерживать напряжение на втором аноде при изменении суммарного тока трех лучей в весьма широких пределах. Положительный импульс с этой обмотки через конденсатор *С4* подается на первую сетку лампы *Л3-4*. На эту же сетку через конденсатор *С5* подается положительный импульс с вывода *2* обмотки ТВС, что позволяет улучшить работу выходного каскада строчной развертки.

Подбором резистора *R3-29* и конденсатора *С5* можно регулировать размер растра по горизонтали и степень стабилизации этого размера.

В качестве демпфера в выходном каскаде строчной развертки используются 10 кремниевых диодов (*Д1 — Д10*), включенных последовательно. Для выравнивания амплитуд обратного напряжения каждый из них зашунтирован резистором. Меньшее сопротивление диодов в прямом направлении повышает эффективность строчной развертки и снижает потребляемую мощность.

С П-образного фильтра, состоящего из резистора *R2-27* и конденсаторов *С3-21* и *С3-24*, снимается напряжение «вольтдобавки» (+650 В).

С вывода *2* трансформатора *Тр3-5* снимаются сигналы, которые поступают на узел формирования импульсов гашения обратного хода луча кинескопа 40ЛК4Ц. Конденсатор *С2* улучшает линейность растра по горизонтали, а также позволяет установить размер растра по горизонтали и напряжение на втором аноде кинескопа.

Напряжение на строчные отклоняющие катушки системы ОС-90ЛЦ2 подается с обмотки *4-1* ТВС через конденсатор *С1*, улучшающий линейность отклоняющего тока, и блок коррекции геометрических искажений растра (блок № 11 от телевизора «Рекорд-102») [1]. Строчные катушки системы ОС-90ЛЦ2 включаются последовательно. Для этого необходимо соединить вывод *2* с выводом *9* (системы ОС90ЛЦ2). Контакт *4* в разъеме блока № 11 и перемычку между контактами *2—8* и *9—1* системы ОС90ЛЦ2 необходимо снять.

С обмотки *11—13* ТВС (36 витков провода ПЭВ-2

0,25; отвод от четвертого витка — на вывод *12* ТВС) снимаются импульсы на строчные катушки блока сведения, описанного в работе [2]. В блок цветности сигналы снимаются с вывода *12* этой же обмотки.

Так как изоляция ТВС в телевизоре «Рекорд-12» не рассчитана на очень высокое напряжение (20—25 кВ), то для его получения используют два малогабаритных унифицированных умножителя УН-8,5/25-1,2 [7]. Эти умножители подключаются к высоковольтной обмотке *9—10* ТВС, которая имеет (после переделки) трансформаторную связь с обмоткой *5—6*. Кенотрон 1Ц11П удаляют.

К выводу «*+F*» первого умножителя подключают конденсатор *С6* (ПОВ). С делителя, состоящего из резисторов *R11—R15*, подают напряжение (около 4 кВ) на фокусирующий электрод кинескопа.

Для синхронизации строчной развертки в цветном телевизоре необходимо использовать систему АПЧиФ. Для этого можно воспользоваться системой АПЧиФ, рассмотренной в работе [4], рис. 31, *б*. Импульсы на систему АПЧиФ снимаются с анода (вывод *6*) лампы *Л3-3* блокинг-генератора строк, что исключает модуляцию импульсного напряжения.

Центровка изображения по строкам не производится; при достаточно хорошей линейности отклоняющего тока изображение находится в центре экрана.

Выходной каскад кадровой развертки

Выходной каскад кадровой развертки цветного телевизора, так же как и каскад строчной развертки, должен отдавать, а следовательно, и потреблять несколько большую мощность, чем в черно-белом телевизоре. В телевизоре «Рекорд-12» при переделке его на цветной увеличение отдаваемой мощности выходного каскада кадровой развертки достигается повышением питающего напряжения (до 300 В), полным гашением импульсов обратного хода, возникающих на первичной обмотке ТВК, а также включением развязывающего фильтра в цепь катода выходной лампы.

Схема выходного каскада кадровой развертки (после переделки) показана на рис. 2. Вместо лампы 6П14П

(*Л3-1*) используется 6Ф5П. Анодное напряжение +300 В, так же как и для строчного выходного каскада, подается с блока питания (на анод пентодной части лампы *Л3-1*).

Практически полностью погасить импульсное напряжение можно в цепи (диод *Д11* и конденсатор *С7*, за-

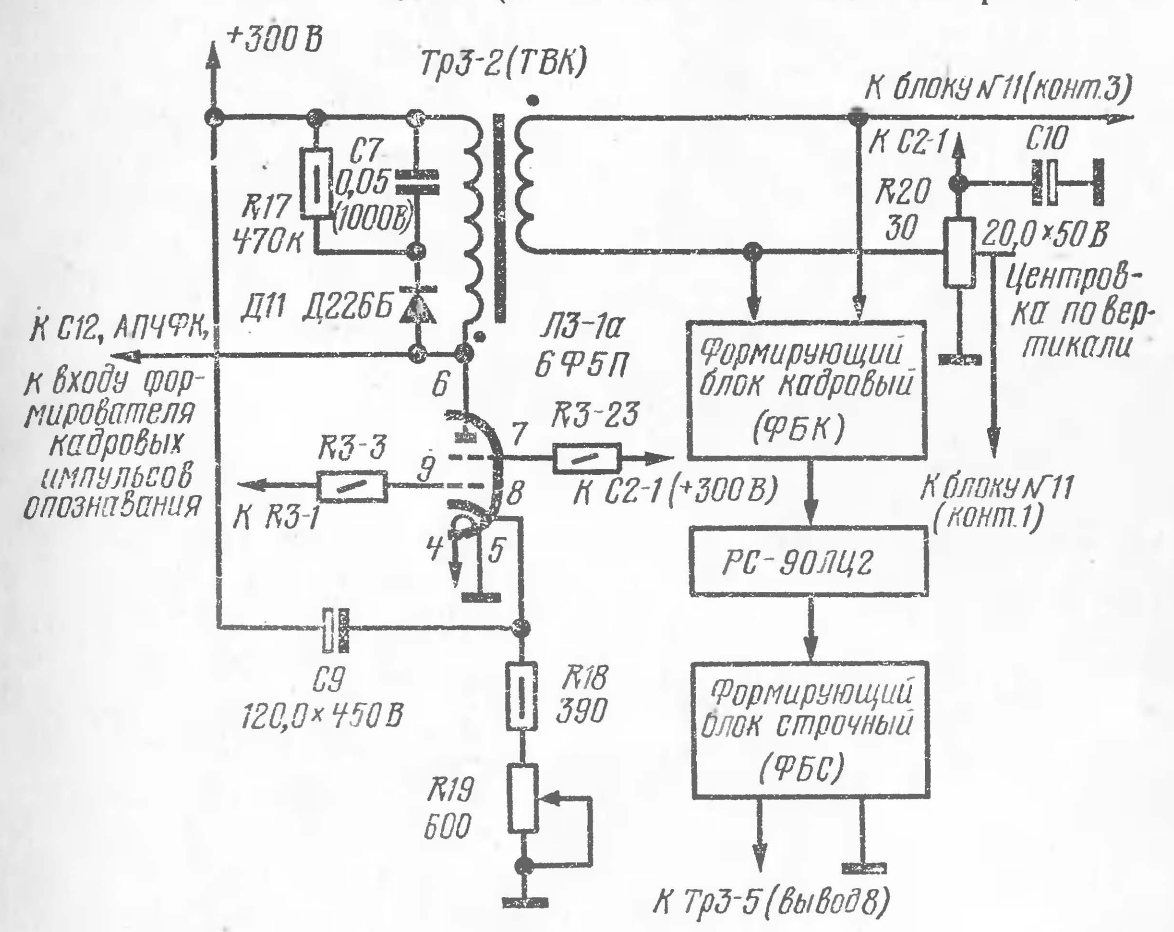


Рис. 2. Принципиальная схема выходного каскада кадровой развертки

шунтированный резистором *R17*), включенной параллельно первичной обмотке трансформатора *Тр3-2*. Это приводит к отсутствию затрат полезной мощности при гашении импульсов обратного хода.

Конденсатор *С3-26* и резистор *R3-31* удаляются.

Включение развязывающего фильтра в цепь катода выходной лампы обеспечивает меньшее понижение напряжения между анодом и катодом выходной лампы, что позволяет получить от оконечного каскада большую полезную мощность. Падение напряжения на резисторе фильтра *R18* и переменном резисторе *R19* используется для создания автоматического смещения на управляю-

щей сетке лампы *Л3-1а.* Электролитический конденсатор *С3-9* и резистор *R3-5* также удаляются, а вместо них устанавливается электролитический конденсатор *С9,* выполняющий роль общего и катодного фильтра лампы *Л3-1а.*

Импульс, необходимый для обеспечения цветовой синхронизации, получают при помощи дополнительного лампового каскада. Этот каскад используется для формирования кадрового импульса опознавания строк, который нужен для работы системы опознавания цвета в блоке цветности, и устраняет влияние регулировки вертикального размера растра на длительность гасящего импульса. Такой каскад можно собрать на триодной части лампы *Л3-5* (6Н1П) по схеме, приведенной в работе [3].

С анода выходной лампы подаются сигналы на каскад формирования кадровых гасящих импульсов обратного хода луча кинескопа (см. рис. 6), а также импульсы на систему АПЧиФ кадровой развертки. Для получения стабильности чересстрочной развертки в телевизоре «Рекорд-12» используется система АПЧиФ, которая была рассмотрена в работе [5].

Со вторичной обмотки трансформатора *Тр3-2* кадровые импульсы поступают на кадровые отклоняющие катушки и на кадровый формирующий блок (см. работу [2]).

Центровка изображения по вертикали производится подстроечным резистором *R20* (от телевизора «КВН-49»), включенным между минусовой обкладкой электролитического конденсатора *С2-1* и корпусом.

Выходной трансформатор кадровой развертки следует поместить в стальной экран. Электролитические конденсаторы *С2-1, С10* и корпус резистора *R20* необходимо хорошо изолировать от шасси и включить так, как показано на рис. 2.

Кинескоп и его цепи

На рис. 3 показана функциональная схема включения кинескопа 40ЛК4Ц в переделываемом телевизоре «Рекорд-12». Блоки динамического (блок № 10) и статического (блок № 4) баланса белого взяты от цвет-

ного телевизора «Рекорд-102». Их принципиальные схемы приведены в работе [1].

Яркостный сигнал снимается с пятого контакта блока № 10 и полностью подается на катод «красной» пуш-

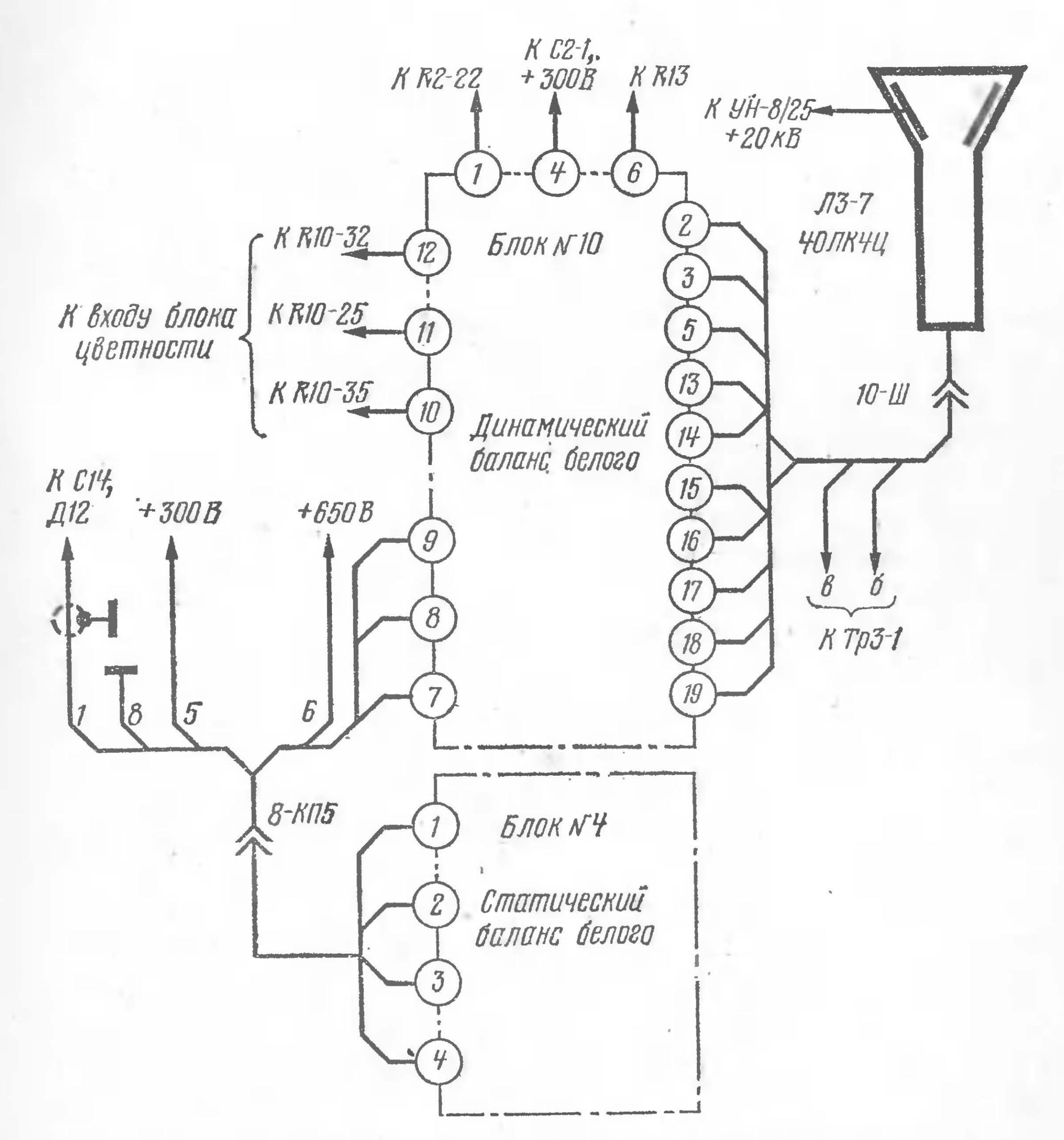


Рис. 3. Функциональная схема включения кинескопа

ки. Соответственно на катоды «зеленой» и «синей» пушек подаются сигналы со второго и третьего контактов. Цветоразностные сигналы поступают на модуляторы кинескопа с анодных нагрузок ламп *Л10-1, Л10-2, Л10-3* выходного каскада блока цветности от телевизора «Радуга ЦТ-5» [3] и подаются на контакты *10, 11* и *12* блока № 10. Напряжение с «вольтдобавки» (650 В) через кон-

такт *6* разъема *8-КП5* поступает на контакт *2* блока № 4, а затем через контакты *1, 3, 4* блока № 4 подается в блок № 10 (контакты *7—9*). С контактов *16—18* напряжение поступает на ускоряющие электроды кинескопа.

Яркостный канал

Схема яркостного канала переделываемого телевизора «Рекорд-12» показана на рис. 4. В яркостном канале используется имеющийся в телевизоре «Рекорд-12» однокаскадный усилитель на лампе *Л2-4* (6Ж52П вместо 6П9). Для улучшения его работы анодное напряжение лампы *Л2-4* повышено, введены режекторные фильтры для подавления цветовой поднесущей и применены устройства выделения составляющих телевизионного сигнала (синхроимпульсов, ПЧ звука и сигналов цветности) до видеоусилителя, что значительно облегчило режим работы последнего.

Устройства выделения синхроимпульсов и ПЧ звука подробно рассмотрены в работе [5].

Сигналы цветности снимаются до линии задержки *Л31*, выполненной в виде отрезка коаксиального кабеля типа РК-50 длиной 31 см.

С резистора *R21* видеосигнал подается на ключевую АРУ с задержкой, рассмотренную в работе [5]. В этом случае сетку триодной части лампы *Л3-1* (6Ф5П; см. работу [5]) соединяют с шасси телевизора, а контрастность и яркость регулируют так, как показано на рис. 4. Регулировка яркости производится переменным резистором *R2-24* путем изменения напряжения смещения на управляющей сетке лампы видеоусилителя *Л2-4*. Это вызывает изменение напряжения на аноде лампы и катодах кинескопа. Регулировка контрастности осуществляется подстроечным резистором *R2-7*. Для того чтобы уменьшить потери высших частот изображения за счет емкости соединительных проводников, этот резистор устанавливается на задней стенке вертикального шасси блока приемника, в непосредственной близости от ламповой панели видеоусилителя.

На место бывшего регулятора контрастности устанавливается переменный резистор «Насыщенность» (*R8-8* на рис. 5) блока цветности.

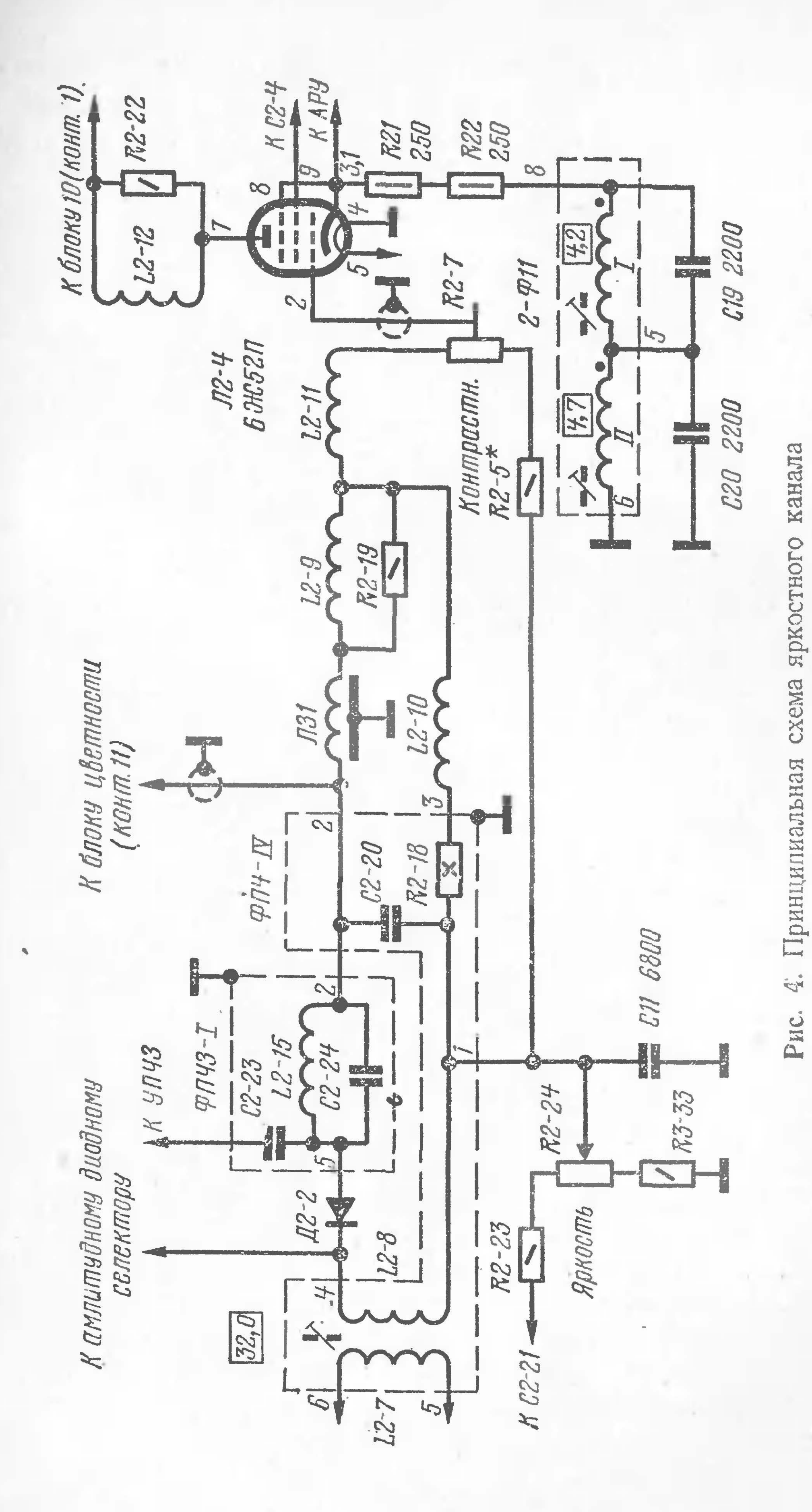


Рис. 4. Принципиальная схема яркостного канала

В катодной цепи лампы *Л2—4* включены режекторные фильтры, находящиеся в модуле 2-Ф11 от телевизора «Рекорд-102» [1]. Напряжение на анод лампы *Л2-4* подается с блока № 10 (см. рис. 3).

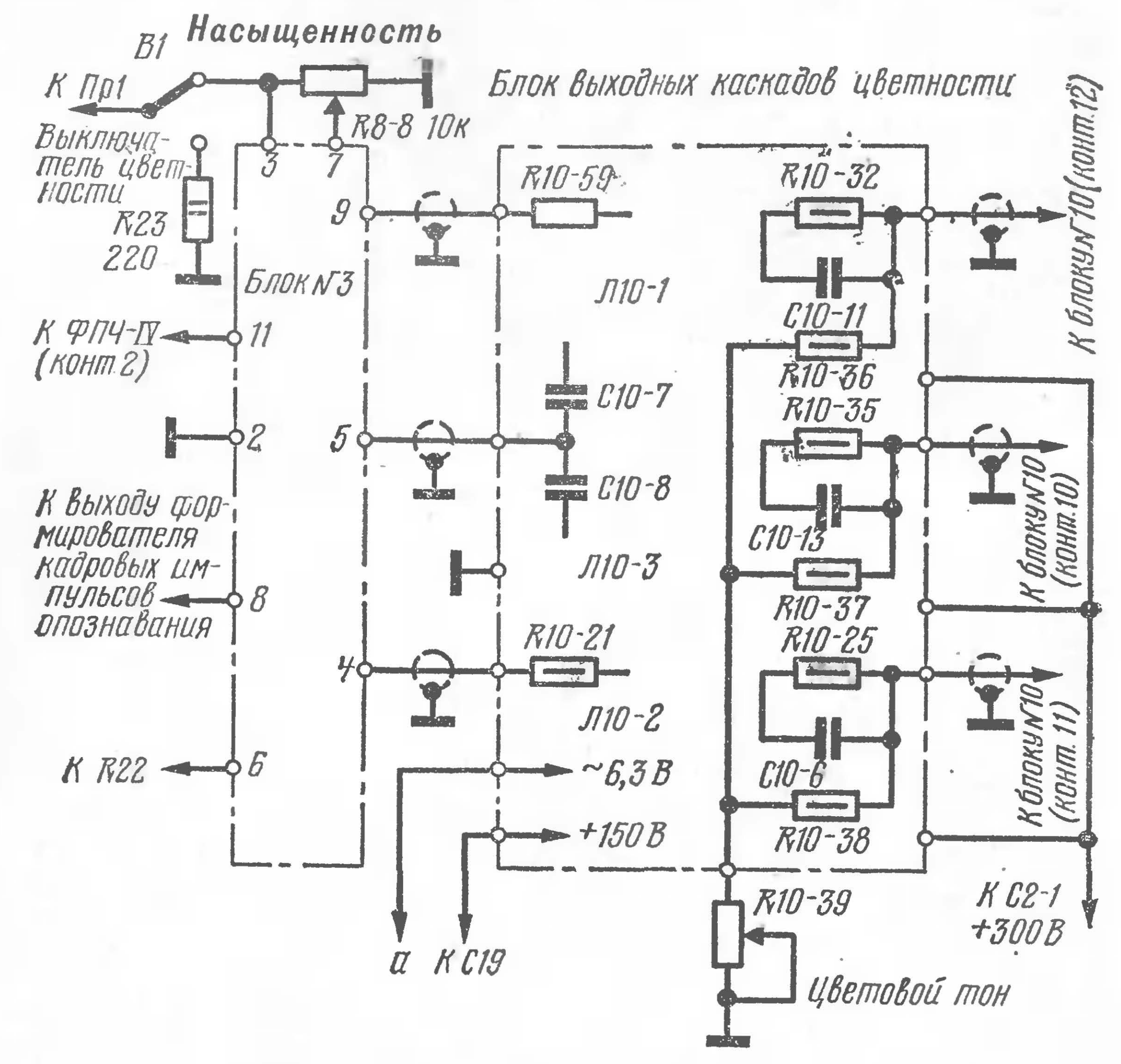


Рис. 5. Функциональная схема включения блока цветности

Из телевизора удаляются следующие элементы: *С2-2, R2-20, R2-21, R2-25, R2-26, R2-27, R2-28, L2-13, L2-14* [8].

Блок цветности

В переделываемом телевизоре «Рекорд-12» применен блок цветности от телевизора «Радуга ЦТ-5». Подробно он рассмотрен в работах [1, 3].

Видеосигнал на блок цветности снимается после видеодетектора с ФПЧ-IV (см. рис. 4).

Резистор *R10-39* (цветовой тон) выводится на лицевую панель телевизора, устанавливаемую вместо панели с динамическими головками прямого излучения. Выходные каскады (выходной блок) монтируют на отдельной плате, имеющей размеры 100×165 мм. Ее размещают между ПТК и экраном блока строчной развертки (вертикально). Плату самого блока цветности (132×245 мм) устанавливают в передней части донной крышки телевизора (под кинескопом).

Устройство формирования гасящих импульсов

Это устройство показано на рис. 6. Оно выполнено по схеме, приведенной в работе [1], на половине триода *Л3-5б* (6Н1П), установленного, как отмечалось ранее, вместо демпфера 6Ц10П. Строчные гасящие импульсы снимаются с вывода *2* ТВС (см. рис. 1).

Блок питания

В переделываемом телевизоре «Рекорд-12» используется имеющийся в нем блок питания. Для получения повышенного анодного напряжения (300 В) на анодный выпрямитель подается большее входное переменное напряжение. Такое напряжение можно снять с первичной обмотки трансформатора *Тр3-1* (рис. 7), разъединив первичную обмотку на выводе *2* и соединив образовавшуюся обмотку *2'—3* последовательно с обмоткой *4—6*. Повышенное напряжение (~144 В) вместо имевшегося ранее напряжения ~115 В с выводов *2'—6* подается на выпрямитель, выполненный по схеме удвоения напряжения. Обмотка *8—9* отключается и не используется.

Питание экранных сеток ламп выходного каскада блока цветности и лампы *Л3-5а* осуществляется через фильтр *R31C19*. Электролитический конденсатор *С2-1* заменяют конденсатором на большее рабочее напряжение (450 В).

Для получения напряжения — 13В, питающего блок цветности, применяют выпрямитель, выполненный по схеме удвоения напряжения 6,3 В, получаемого с обмотки *10—11* трансформатора *Тр3-1*. В качестве электро-

литических конденсаторов *C16—C18* используются конденсаторы типа К50-6.

Регулировка переделанного телевизора производится

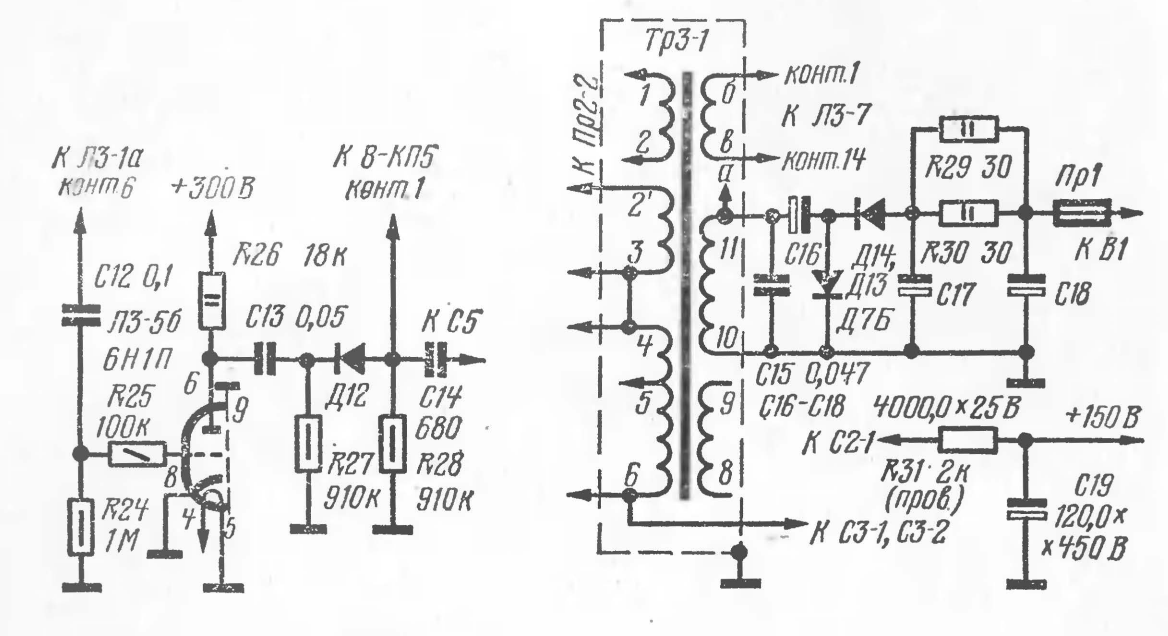


Рис. 6. Принципиальная схема устройства формирования гасящих импульсов

Рис. 7. Принципиальная схема блока питания

в соответствии с методиками, подробно рассмотренными в работах [2, 3, 6].

Телевизор включают в сеть через стабилизатор.

Литература

1. **Самойлов Г. П., Скотин В. А.** Телевизоры. Альбом схем моделей выпуска 1964—1971 гг. М., «Связь», 1972.

2. **Артемов А., Прусов В.** Формирование сигналов сведения.—«Радио», 1973, № 10.

3. **Ельяшкевич С. А., Кишиневский С. Э.** Приемники цветного телевидения. М., «Энергия», 1969.

4. **Баскир И. Н., Костиков В. Ф.** Автоматические регулировки в телевизорах. М., «Энергия», 1966.

5. **Авдюнин Н.** Усовершенствование телевизора «Рекорд-12».—«Радио», 1974, № 5.

6. **Ельяшкевич С. А.** Отыскание неисправностей и настройка цветных телевизоров. М., «Энергия», 1972.

7. **Киселев В.** Блок строчной развертки на транзисторах для цветного телевизора.—«Радио», 1973, № 12.

8. **Ельяшкевич С.А.** Телевизоры. М., «Энергия», 1971.

ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ С СИНХРОНИЗАТОРОМ

Б. БАБУРИН, Л. КОРОТКОВ

Эти часы предназначены для отсчета точного времени с автоматической коррекцией его по сигналам, передаваемым программой «Маяк». В часы встроен обычный радиоприемник. Синхронизатор выделяет принимаемый им шестой сигнал, передний фронт которого соответствует точному времени. По этому сигналу корректируется ошибка, накопленная задающим генератором. Синхронизатор включается за восемь секунд до окончания каждого часа. Как только начинает звучать шестой сигнал, показания минут и секунд на цифровом табло автоматически устанавливаются в нулевое состояние.

Для прослушивания сигналов времени или передач радиостанции на передней панели цифрового табло установлена динамическая головка прямого излучения. Первоначальная установка времени и включение какой-либо внешней цепи в заданное время производится с помощью переключателей и кнопок, также расположенных на табло.

Роль задающего генератора в часах выполняет кварцевый генератор с номинальной частотой 160 кГц ± 0,5 Гц. Часы могут работать в комплексе с любым радиоприемником, обеспечивая в любой момент времени точность хода около 0,01 с. Источником питания является сеть переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 220 В. Потребляемый ток составляет около 150 мА. Внешний вид цифрового пульта-табло показан на рис. 1.

Структурная схема часов изображена на рис. 2. Они состоят из кварцевого генератора с делителями частоты, счетчиков *«Секунды», «Минуты», «Часы»,* устройств совпадения *«59 мин 52 с», «24 ч», «11 с»,* фильтра с резонансной частотой 1000 Гц, делителя частоты на 6, электронных ключей и радиоприемника.

Сигнал, вырабатываемый кварцевым генератором, с помощью делителей частоты преобразуется в секундные импульсы, которые поступают на вход счетчика *«Секунды»* для суммирования их в десятичной системе счисления.

Счетчики *«Секунды»*, *«Минуты»* и *«Часы»* состоят из декад и устройств пересчета на 6. При поступлении на

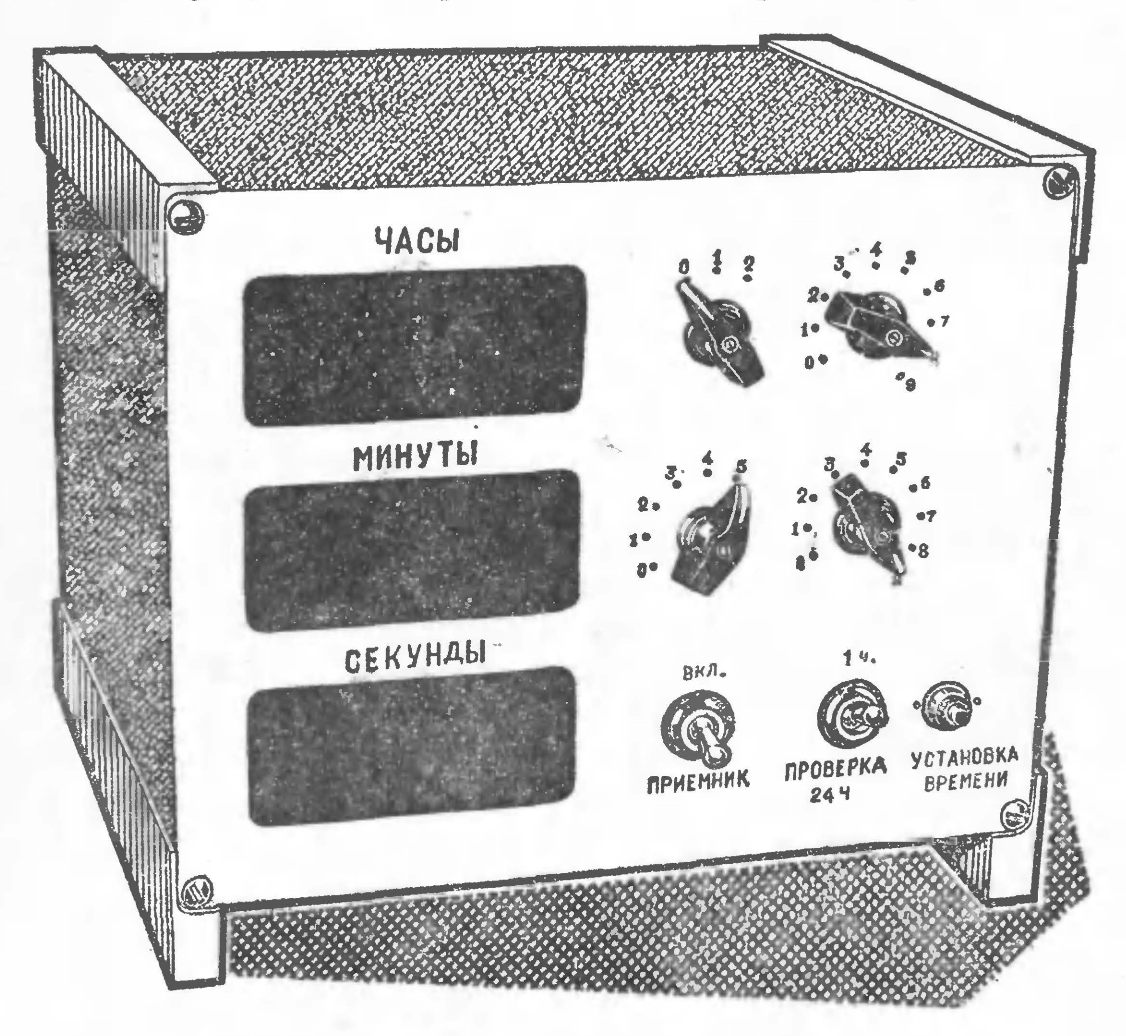


Рис. 1. Внешний вид цифрового пульта-табло

вход декады десяти импульсов на входе пересчетного устройства появляется только один импульс, а декада при этом устанавливается в исходное состояние. При поступлении на вход счетчика *«Секунды»* шестидесяти импульсов один импульс подается на вход счетчика *«Минуты»* и т. д.

Счетчики *«Секунды»* и *«Минуты»* определяют состояние устройства совпадения *«59 мин 52 с»*, которое срабатывает лишь тогда, когда на его входы поступают си-

Рис. 2. Структурная схема часов

гналы с обоих счетчиков. Сигнал с устройства совпадения *«59 мин 52 с»* поступает на один из входов триггера *Тг1*, который изменяет свое состояние и воздействует на электронный ключ *Кл1*. Триггер *Тг1* находится в этом состоянии до прихода импульса с ключа *«Сброс»* или с устройства совпадения *«11 с»*. Ключ *Кл1*, в свою очередь, подготавливает к работе делитель на 6 (в исходном состоянии этот делитель находится в состоянии «2»), то есть открывается за три секунды до появления первого сигнала на выходе приемника и закрывается после прихода последнего.

Сигналы с выхода приемника поступают на вход фильтра 1000 Гц и на делитель на 6. С приходом шестого сигнала проверки времени электронный ключ *«Сброс»*, включенный на выходе делителя, устанавливает в исходное состояние счетчики *«Секунды»* и *«Минуты»*, а также делители частоты кварцевого генератора и триггеры *Тг1*, *Тг2*. При этом триггер *Тг2* включает устройство совпадения *«11 с»* (одиннадцать секунд выбраны произвольно). Через одиннадцать секунд импульс, поступающий с устройства совпадения, дублирует установку триггера *Тг1* в исходное состояние. Это сделано для того, чтобы делитель на 6 не оставался открытым в случае отсутствия сигналов точного времени. Устройство совпадения *«11 с»* управляется не только от счетчика *«Секунды»*, но и от триггера *Тг2*. Если триггер *Тг2* находится в положении, установленном кнопкой *«Установка времени»*, оно не срабатывает от импульсов счетчика *«Секунды»*.

Устройство совпадения *«11 с»* включается только после прихода шестого сигнала проверки времени. Это необходимо для того, чтобы можно было первоначально включать часы с некоторым допуском относительно точного времени. (Если бы триггера *Тг2* в схеме не было, то при установке часов в 9 ч 50 мин с допуском ± 2 мин триггер *Тг1* в 9 ч 59 мин 52 с изменит свое состояние, а в 10 ч 11 с вернется в исходное состояние. Когда же в 10 ч 1 мин 55 с на делитель на 6 поступят сигналы точного времени, он будет закрыт. Для правильной работы часов и предусмотрен триггер *Тг2*, который подключает устройство совпадения *«11 с»* только после первого прохождения сигналов проверки времени).

Устройство совпадения *«24 ч»* необходимо для установки счетчика *«Часы»* в исходное состояние с наступлением новых суток.

Счетчики *«Минуты»* и *«Часы»* снабжены переключателями и кнопкой, с помощью которых производится первоначальная установка времени. Эти же переключатели используются для включения внешней цепи в заданное время.

Принципиальная схема счетной декады показана на рис. 3. Декада выполнена на триггерах *Тг1—Тг4*, резисторах *R16—R25*, образующих дешифратор, электронных ключах индикации (транзисторы *Т1—Т10*) и переключающих диодах *Д4—Д7*, *Д9—Д12*.

Декада представляет собой устройство, состоящее из четырех последовательно включенных триггеров, с коэффициентом деления, равным 10.

Все триггеры идентичны, за исключением триггера *Тг1*, в цепях транзисторов которого включены цепочки *R30C3* и *R33C4*. Напряжение с резисторов *R30* и *R33* подается на транзисторы *Т1—Т10*. Электронные ключи работают по принципу «чет-нечет». Порядок работы триггеров определяется диодным ключом (диод *Д8*), управляемым через резистор *R45* сигналом, который поступает с коллектора транзистора *Т13*. На порядок работы влияет и цепь обратной связи, соединяющая через конденсатор *С8* коллектор левого (по схеме) транзистора четвертого триггера с базой правого транзистора второго триггера.

На вход декады поступают импульсы положительной полярности с амплитудой 3—7 В и длительностью переднего фронта около 1 мкс. В состояние «0» декада устанавливается подачей сигнала сброса. При этом левые по схеме транзисторы открываются, а правые — закрываются.

Для установки необходимого времени декада снабжена переключателем *В1*, с контактами которого через развязывающие диоды соединены коллекторные цепи транзисторов.

Принципиальная схема устройства пересчета на 6 приведена на рис. 4. Это устройство используется для счета десятков секунд, минут и часов. Состоит оно из трех последовательно соединенных триггеров *Тг1—Тг3*, дешифратора *R10—R13*, ключей индикации *Т1—Т6* и переключателя *В1*. Для получения коэффициента деления

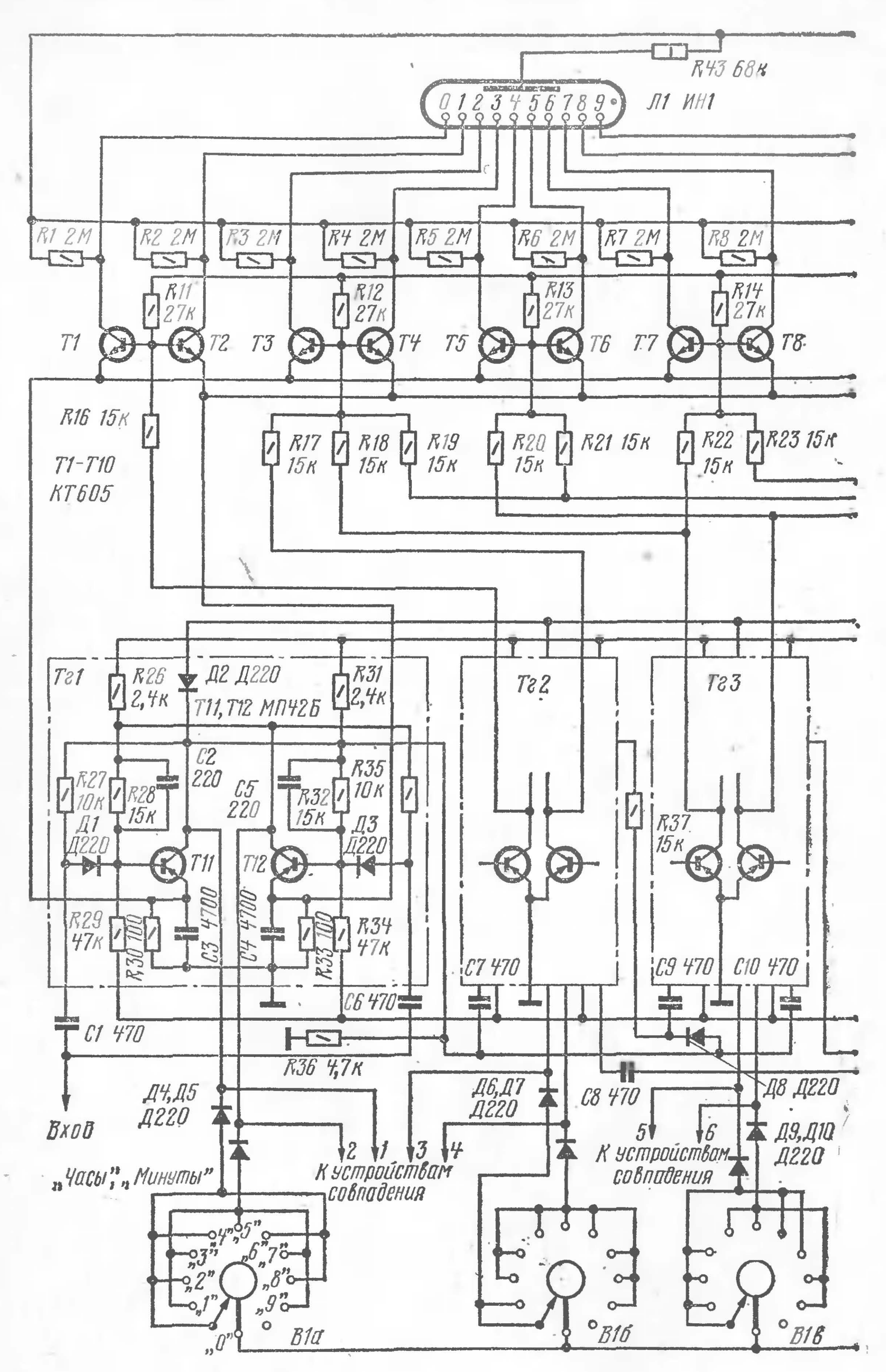
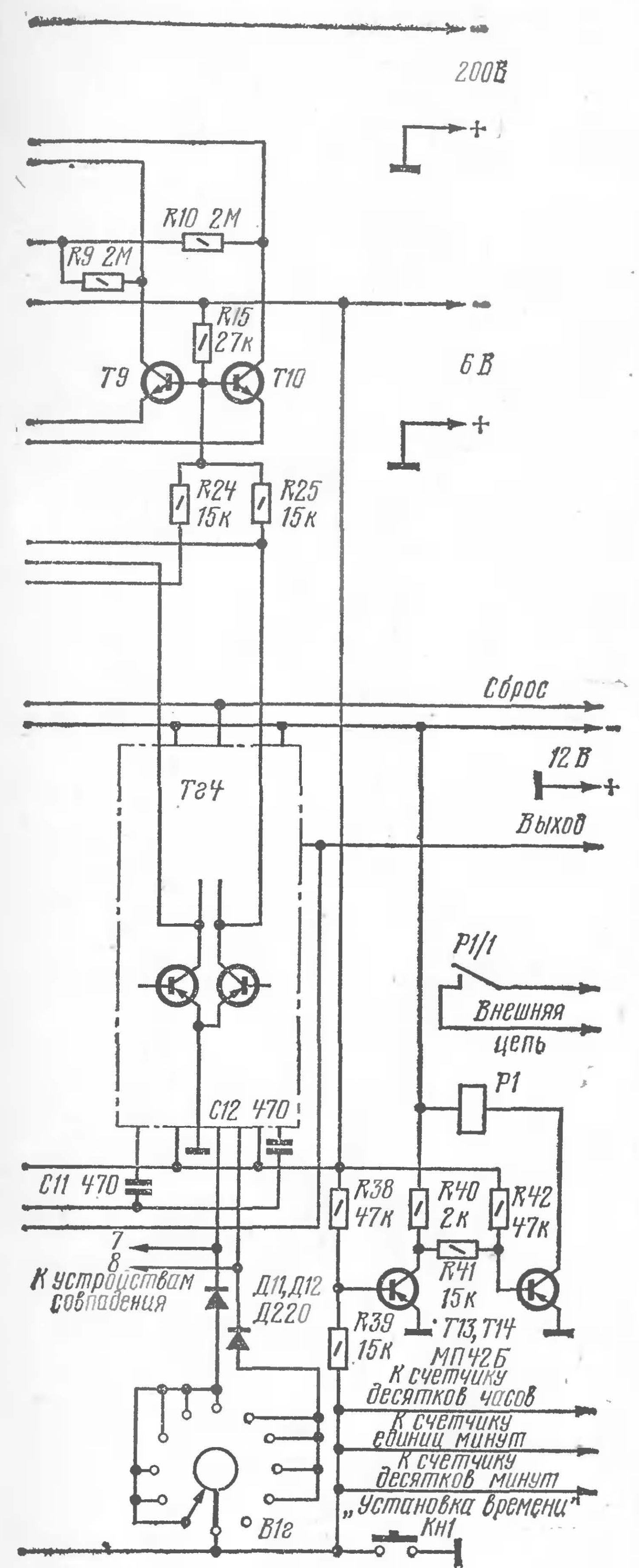


Рис. 3. Принципиальная схема счетной декады



6 триггеры охвачены обратными связями, а работа их аналогична работе триггеров в декаде.

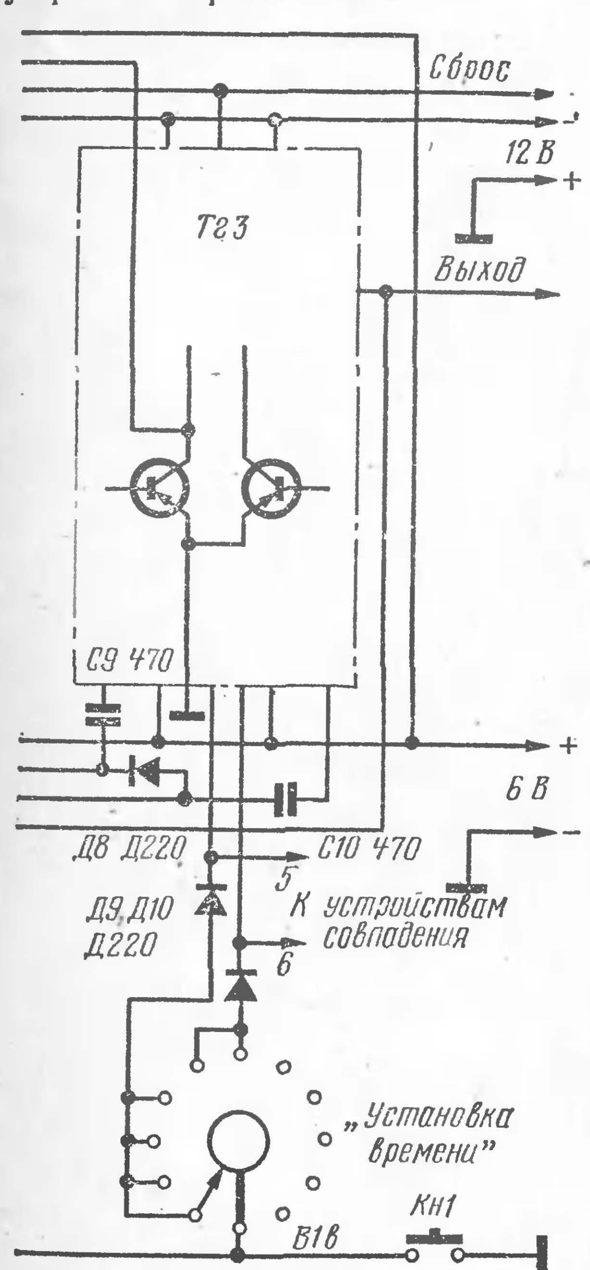
Принципиальная схема кварцевого генератора показана на рис. 5. На транзисторах *Т1, Т2* выполнен задающий генератор (используется последовательный резонанс кварцевого резонатора). Номинальная частота резонатора для получения необходимой точности выбрана высокой и составляет 160 кГц. Резонатор последовательно с конденсатором *С1* включен между эмиттерами транзисторов *Т1* и *Т2*. С эмиттера транзистора *Т2* сигнал поступает на вход формирующего устройства, собранного на транзисторах *Т3—Т5*.

С коллектора транзистора *Т5* импульсы подаются на вход делителя частоты на 10 (рис. 6), который состоит из четырех триггеров *Тг1—Тг4*, охваченных обратными связями для получения

коэффициента деления 10. Таких делителей в часах — четыре. К выходу последнего из них подключается делитель частоты на 16, представляющий собой четыре триггера *Тг1—Тг4* (рис. 7), не охваченных обратными связями.

Для приема сигналов времени, передаваемых радиостанцией «Маяк», в электронных часах используется приемник прямого усиления (рис. 8). Он состоит из усилителя ВЧ (транзисторы *Т1, Т2*), выполненного по каскодной схеме, детектора (диоды *Д1, Д2*) и усилителя НЧ (транзисторы *Т3, Т4*). Для улучшения избирательности на входе высокочастотного усилителя применен двухконтурный полосовой фильтр с внутренней емкостной связью. Первый контур образован катушкой магнитной антенны *L1* и конденсаторами *С1, С2,* второй контур — катушкой *L2* и конденсаторами *С2, С3.* Связь между катушками превышает критическую — резонансная характеристика фильтра имеет «двугорбую» форму. С катушки связи *L3* сигнал поступает на базу транзистора *Т1.* В коллекторную цепь транзистора *Т2* включен резонансный контур *L4C5C6.* Контуры приемника настроены на частоту радиостанции «Маяк» (547 КГц). С конденсатора *С5* сигнал подается на детектор, с выхода которого он поступает на усилитель НЧ и фильтр для выделения сигналов точного времени. Последний

Рис. 4. Принципиальная схема устройства пересчета на 6



представляет собой активный *LC* фильтр, настроенный на резонансную частоту 1000±10 ГЦ (рис. 9).

Сигнал с приемника через резистор *R1* и конденсатор *C1* подается на базу транзистора *T1*. Диоды *Д1, Д2*

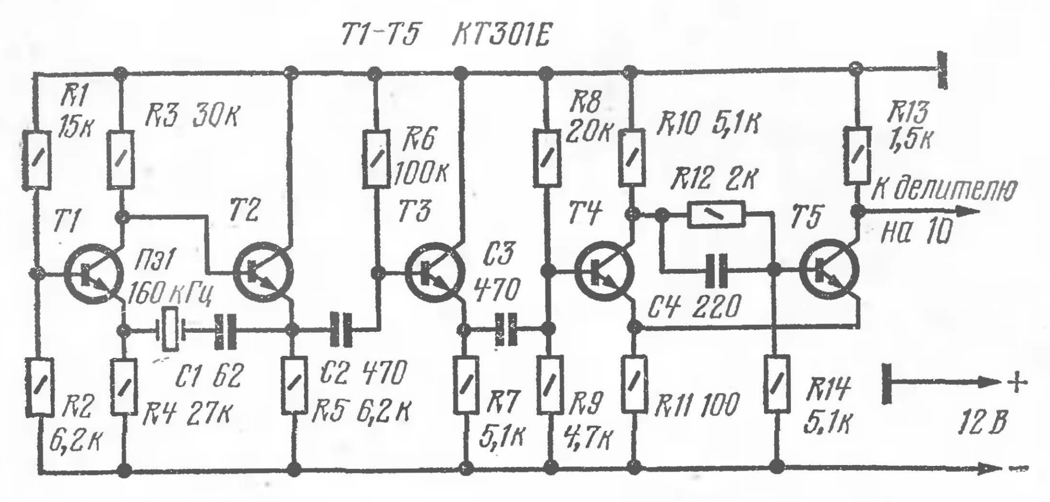


Рис. 5. Принципиальная схема кварцевого генератора

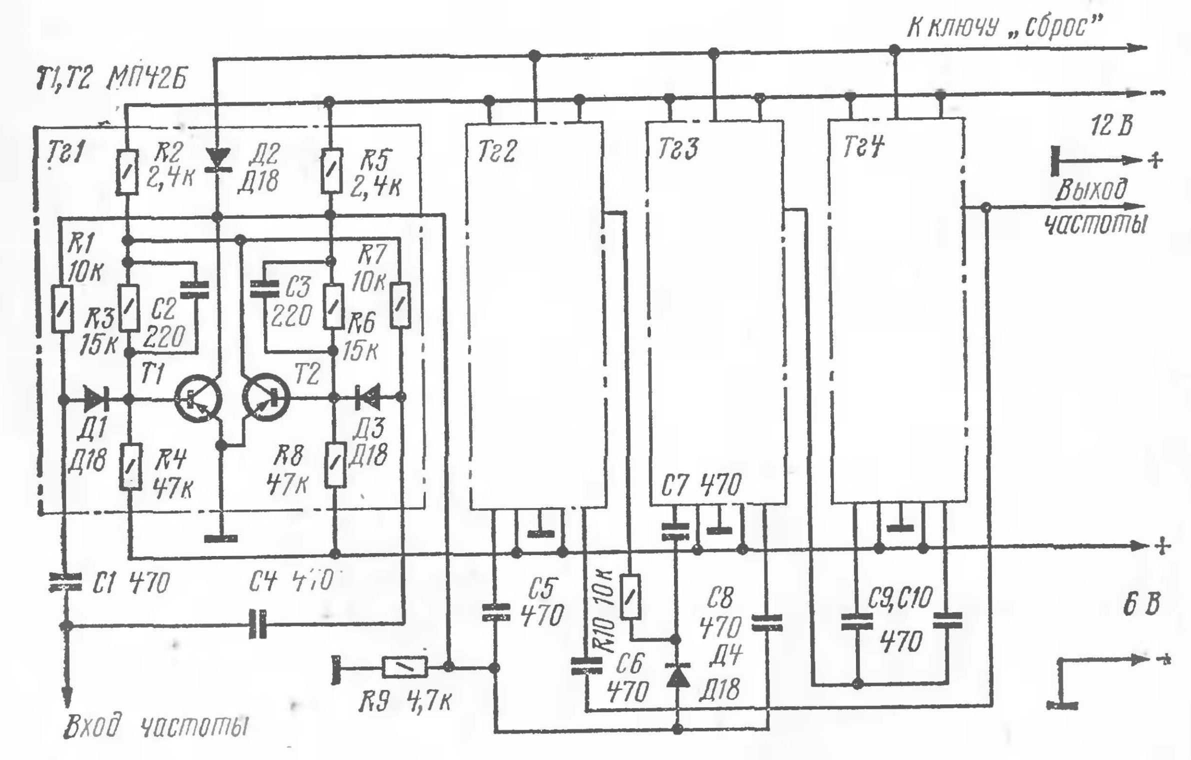


Рис. 6. Принципиальная схема десятичного делителя

предназначены для ограничения сигнала по амплитуде. Для преобразования радиоимпульсов в одиночные импульсы в фильтре имеется детектор и пороговое устройство на транзисторах *T6, T7*, выполненное по схеме триггера Шмитта.

Одиночные импульсы с выхода порогового устройства поступают на счетный вход делителя на 6, принципиальная схема которого показана на рис. 10. Делитель собран на триггерах *Тг1—Тг3*. Их исходное состояние

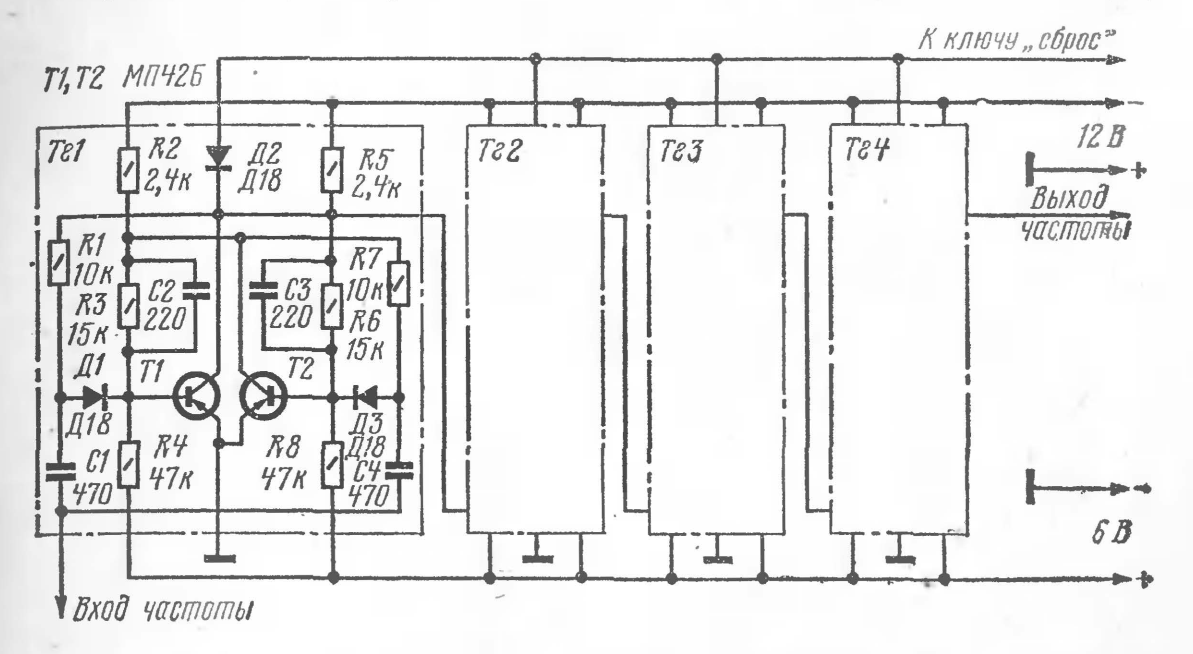


Рис. 7. Принципиальная схема делителя на 16

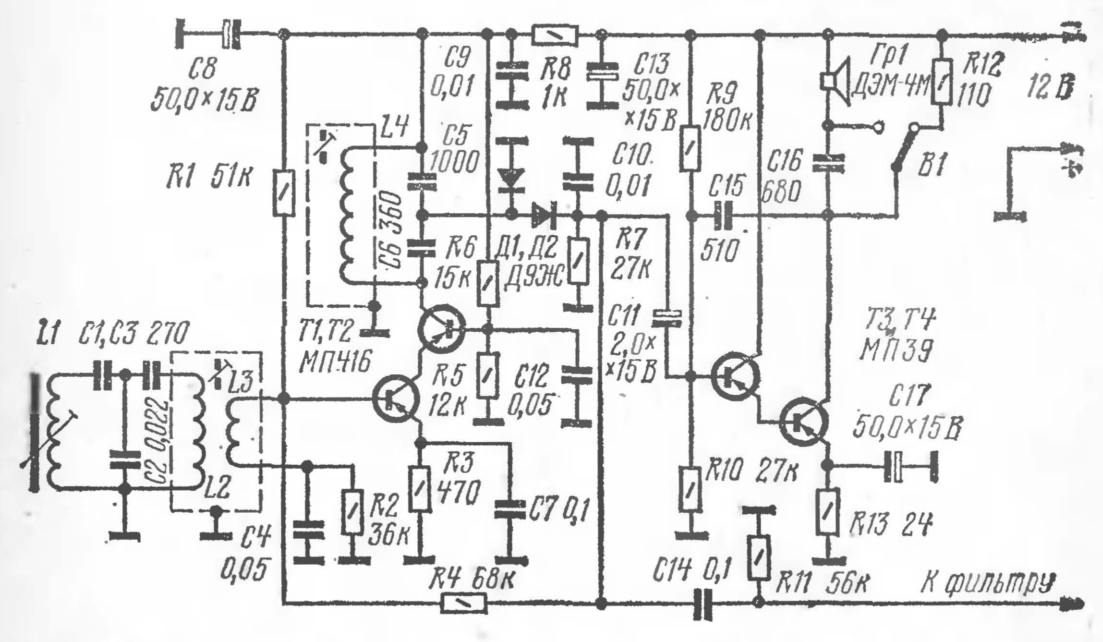


Рис. 8. Принципиальная схема радиоприемника прямого усиления

соответствует состоянию «2», которое обеспечивается включением развязывающих диодов *Д2, Д4, Д7*.

При поступлении шести импульсов срабатывает электронный ключ «*Сброс*», выполненный на транзисторах *T3, T4*, и производится коррекция хода часов.

Рис. 9. Принципиальная схема устройства преобразования радиоимпульсов в одиночные импульсы

Рис. 10. Принципиальная схема делителя на 6

Рис. 11. Принципиальная схема устройства совпадения «24 ч»

Рис. 12. Принципиальная схема устройства совпадения «11 с» и триггера Тг2

Принципиальные схемы триггеров *Тг1, Тг2* электронного ключа *Кл1*, устройств совпадения *«24 ч», «11 с»* и *«59 мин 52 с»* показаны на рис. 11—13.

Принцип работы всех устройств совпадения одинаков. Рассмотрим его на примере работы устройства совпадения *«59 мин 52 с»*. В исходном состоянии транзис-

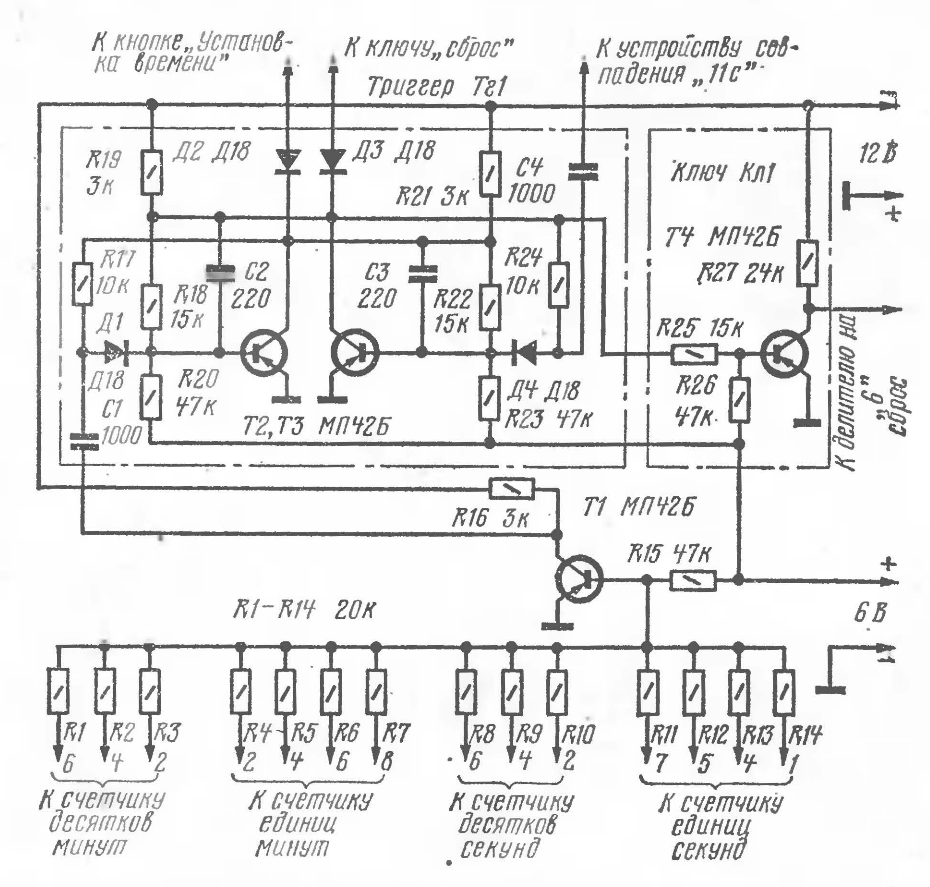


Рис. 13. Принципиальная схема устройства совпадения *«59 мин 52 с»*, триггера *Тг1* и электронного ключа *Кл1*

тор *Т1* открыт. В момент времени, равный 59 мин 52 с, к базе транзистора *Т1* прикладывается положительный потенциал. Транзистор закрывается. При этом импульс положительной полярности воздействует на триггер *Тг1*.

Принципиальная схема блока питания часов показана на рис. 14. Он содержит три стабилизированных источника напряжения — +200 В (для питания анодных цепей цифровых индикаторов), +6 В (для питания цепей смещения) и — 12 В (для питания счетных устройств). На вход стабилизатора —12 В постоянное напряжение поступает с выпрямителя, собранного по мостовой схеме на диодах *Д1—Д4*. Пульсация выпрямлен-

ного напряжения сглаживается конденсатором *С1*. Стабилизатор напряжения представляет собой эмиттерный повторитель на транзисторе *Т1* с фиксированным смещением на базе. В качестве регулирующего элемента в нем используется участок эмиттер — коллектор транзис-

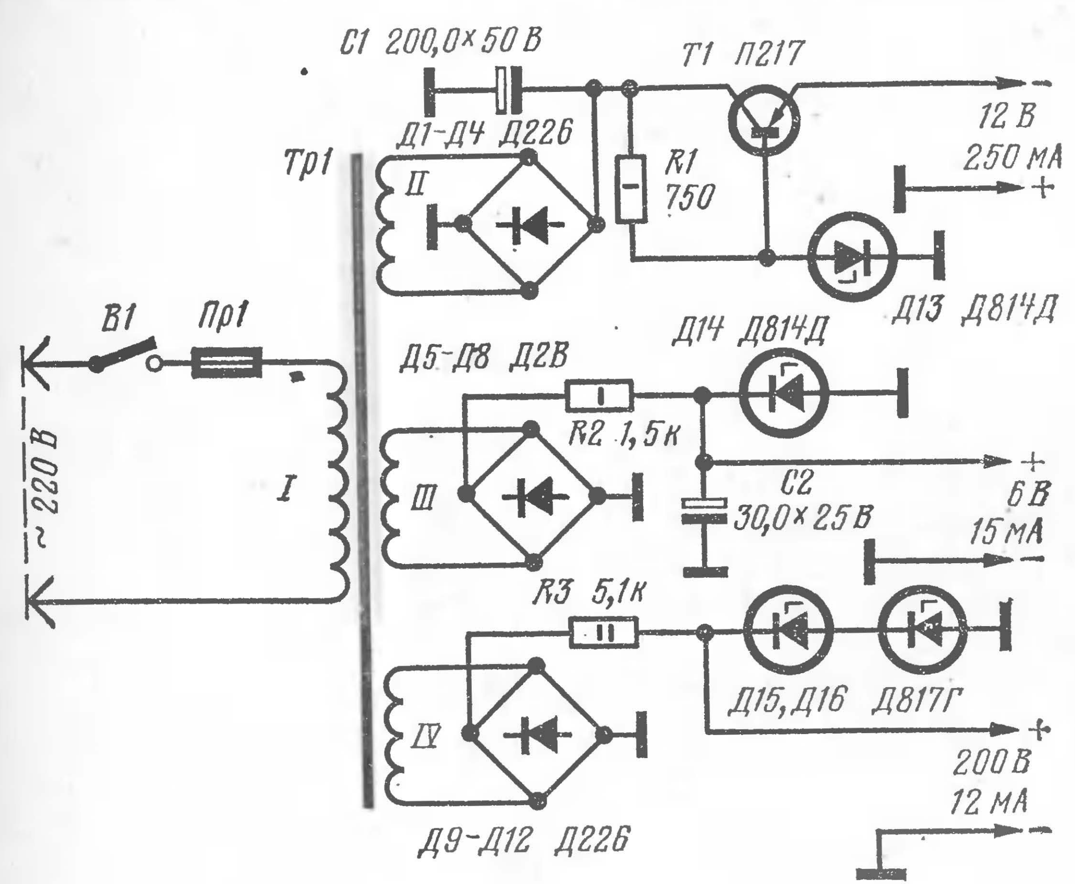


Рис. 14. Принципиальная схема блока питания

тора *Т1*, а источником опорного напряжения служит кремниевый стабилитрон *Д13*.

В источниках питания на +200 В и +6 В применяются параметрические стабилизаторы напряжения.

Конструкция и детали. Электронные часы конструктивно выполнены в виде двух блоков — пульта-табло и блока питания.

В пульте-табло размещены монтажные платы счетчиков, цифровые индикаторные лампы, переключатели. Пульт сделан в виде шасси с передней панелью, имеющей отверстия, закрытые цветным органическим стеклом, за которым установлены цифровые индикаторы. Боковые стенки пульта изготовлены из полированного винипласта. На шасси с задней стороны укреплен разъ-

ем для подключения пульта к блоку питания с помощью кабеля.

Блок питания представляет собой металлическую коробку, в которой размещены кварцевый генератор, делители частоты, приемник и фильтр. Монтаж в пульте и блоке питания — навесной.

Транзистор *T1* блока питания установлен на радиаторе, изготовленном из дюралюминия. В качестве цифровых индикаторов могут быть использованы лампы *Ин1, Ин4, Ин12А*.

Катушка фильтра *L1* намотана на карбонильном сердечнике СБ-34А. Она содержит две обмотки по 1400 витков провода ПЭВ-2 0,1.

Катушки приемника намотаны проводом ЛЭШО 14×0,07. Катушка *L1* имеет 110 витков, *L2* и *L4* — по 74 витка, *L3* — 5 витков. Первая катушка выполнена на сердечнике М700НМ, остальные на карбонильных сердечниках СБ-34А. Карбонильные сердечники помещены в алюминиевые экраны.

Реле *P1* может быть любое с током срабатывания 30—40 мА.

Силовой трансформатор *Тр1* собран на сердечнике Ш20×40, его намоточные данные приведены в таблице.

Обмотка	Число витков	Провод
I	1200	ПЭВ-2 0,38
II	130	ПЭВ-2 0,67
III	80	ПЭВ-2 0,47
IV	1440	ПЭВ-2 0,27

Налаживание электронных часов начинают со стабилизатора напряжения −12 В. Затем проверяют работу стабилизаторов +6 и +200 В. К выходам источников питания вместо электронных часов подключают эквиваленты нагрузок.

При изменении напряжения сети в пределах 190—240 В напряжение на выходе стабилизаторов должно изменяться в пределах 2—3%. После налаживания источников питания приступают к налаживанию кварцевого генератора и делителей частоты. При исправных элементах кварцевый генератор не нуждается в настройке. Измерение его частоты производится с помощью цифрового электронного частотомера (например, Ч3-9). Для получения высокой точности частоту генератора желательно измерять за 10 или 100 с. Изменяя величину емкости конденсатора *C1* (см. рис. 5), устанавливают частоту генерации, равной 160 кГц±0,6 Гц. Емкость конденсатора увеличивают при повышенном значении частоты и уменьшают — при пониженном. Изменение емкости конденсатора следует производить в пределах ±10 пФ. Делители частоты кварцевого генератора выполнены по схеме счетных декад без ключей и дешифраторов и настраиваются по аналогии со счетной декадой.

После того как будет достигнута удовлетворительная работа кварцевого генератора и делителей частоты, проверяют работу счетчиков *«Секунды»*, *«Минуты»*, *«Часы»*. На вход счетчика *«Секунды»* подают импульсы частотой 1 Гц. При исправных элементах с выхода декады будет сниматься каждый десятый импульс, с устройства пересчета на 6 — каждый шестой. Контроль деления частоты можно производить снятием осциллограмм и измерением длительностей наблюдаемых импульсов. Высокое напряжение (+200 В) в цепях индикации в это время отсутствует. Затем проверяют исправность и правильность работы цепей индикации. Правильная работа счетчика подтверждается поочередным высвечиванием цифр от 0 до 9 на декаде и от 0 до 5 — на устройстве пересчета на 6.

Аналогичным образом проверяют работу счетчиков *«Минуты»* и *«Часы»*.

ЭЛЕКТРОННЫЙ АВТОМАТ ДЛЯ СТЕКЛООЧИСТИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ «ЖИГУЛИ»

В. ЯКУШЕВ

Отечественные автомобили «Жигули» всех моделей оборудованы стеклоочистителем, который может работать в непрерывном и пульсирующем режимах движения щеток. Для обеспечения второго режима используется управляющее реле типа РС514, которое представляет собой комбинацию электромеханического и теплового реле.

Практика эксплуатации «Жигулей» выявила недостаточную надежность работы этого реле, нестабильность паузы между двойными ходами щеток и, кроме того, сложность ее регулировки. Повысить надежность работы узла, а также улучшить его технические характеристики, можно, заменив реле РС514 электронным устройством, которое обеспечивает бесконтактное коммутирование цепей электродвигателя стеклоочистителя. Оно сохраняет параметры в интервале температур окружающей среды от минус 30 до плюс 50° С, не содержит дефицитных деталей, просто в изготовлении и налаживании. Это делает его доступным для изготовления широкому кругу автолюбителей.

Принципиальная схема электронного автомата приведена на рис. 1 * (там же показано соединение его со стеклоочистителем). Электронный автомат состоит из коммутационного узла (транзистор *T1*) и узла управления, включающего в себя транзисторы *T2, T3*, реле *P1*, резисторы *R1—R4*, диод *Д1* и времязадающий конденсатор *C1*. Автомат через разъем *Ш1* (провода *3, 4, 6*) соединен с электродвигателем стеклоочистителя *M1*, а также с переключателем *B1*.

В левом по схеме положении переключателя *B1* автомат и электродвигатель отключены от источника питания напряжением 12 В, а в правом положении питание подается только на электродвигатель. В последнем случае стеклоочиститель работает в непрерывном режиме.

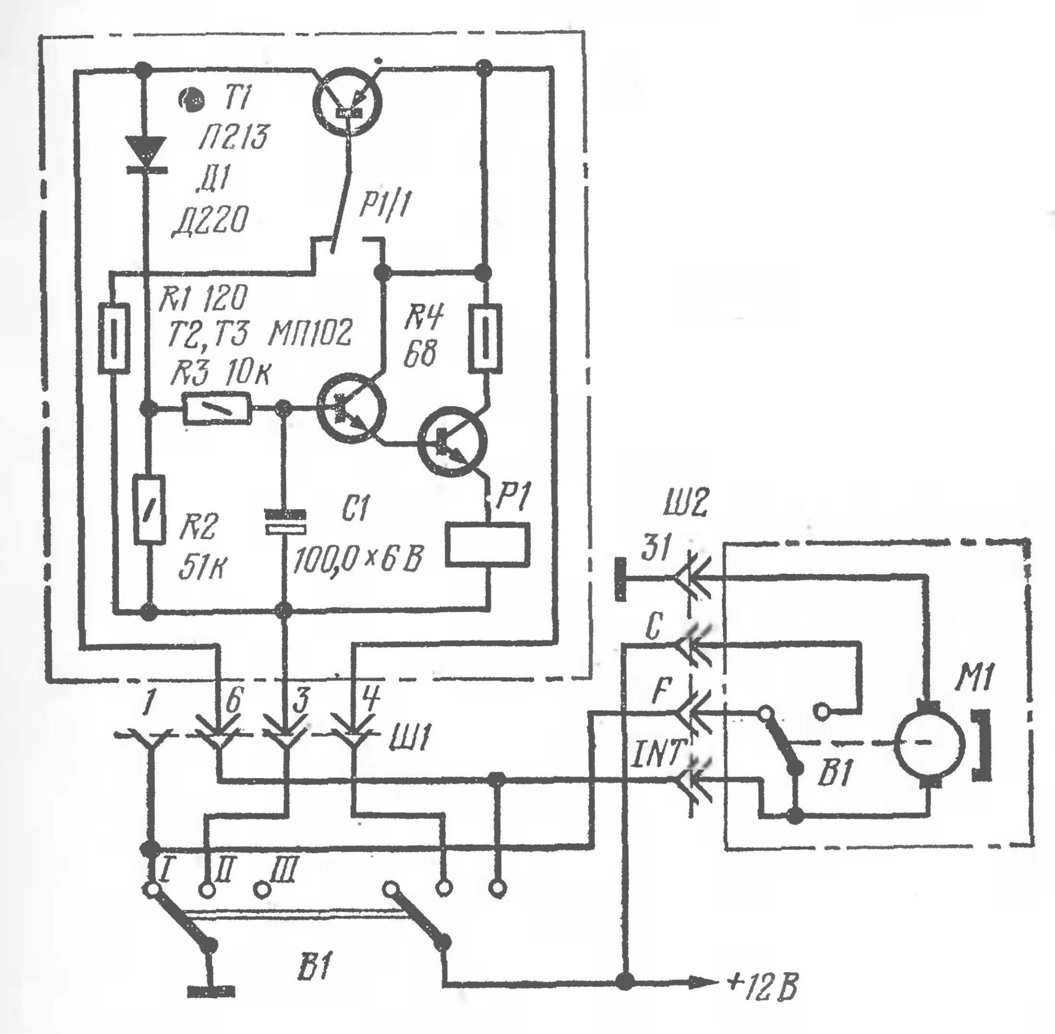


Рис. 1. Принципиальная схема электронного автомата

В среднем по схеме положении переключателя *B1* к автомату подключается источник питания. На эмиттер транзистора *T1* подается напряжение 12 В, а база транзистора через замкнутые контакты реле *P1*, резистор *R1* соединена с корпусом. Транзистор *T1* оказывается полностью открытым, и напряжение 12 В поступает на электродвигатель. Ротор начинает вращаться, приводя в движение щетки. С началом вращения ротора за-

* Схема соединений, а также маркировка проводов дана в соответствии со схемой электрооборудования, приведенной в книге Л. П. Шувалова «Автомобиль «Жигули» (М., Изд-во ДОСААФ, 1972).

мыкаются средний и правый по схеме контакты концевого выключателя (механически связаны с ротором), самоблокируя цепь питания электродвигателя. Одновременно с этим начинает заряжаться конденсатор *С1* (через диод *Д1*, резистор *R3*). Напряжение на базе транзистора *Т2* возрастает, что приводит к увеличению коллекторного тока транзистора *Т3*. Как только ток достигнет необходимой величины, реле *Р1* срабатывает. Параметры узла управления выбраны такими, что реле срабатывает с некоторой задержкой по отношению к моменту замыкания контактов концевого выключателя.

Контакты *Р1/1* соединяют базу транзистора *Т1* с его эмиттером, что приводит к закрыванию транзистора. Однако электродвигатель стеклоочистителя продолжает работать (цепь питания замкнута через контакты концевого выключателя) до тех пор, пока щетки, сделав один двойной ход, не займут крайнего нижнего положения. После этого подвижный контакт концевого выключателя займет левое по схеме положение, разомкнув цепь питания электродвигателя. Конденсатор *С1* начнет разряжаться через резисторы *R2* и *R3*. Напряжение на базе транзистора *Т2* падает, что приведет к уменьшению коллекторного тока транзистора *Т3*. Как только ток через реле станет меньше величины тока отпускания, на базу транзистора *Т1* через контакты *Р1/1* вновь поступит напряжение смещения, и весь процесс повторится с начала.

Конструкция и детали. Электронный автомат размещают в стандартном корпусе от реле РС514, используя жгут и разъем, ранее соединявшие реле РС514 со стеклоочистителем. Основные сведения о деталях, примененных в устройстве, а также возможные варианты их замены даны в таблице.

Устройство некритично к разбросу параметров транзисторов и допускает применение любых исправных транзисторов указанных типов.

Все детали автомата размещены на печатной плате (рис. 2), изготовленной из фольгированного гетинакса (стеклотекстолита) толщиной 1 мм. Транзистор *Т1* припаян непосредственно к токопроводящим дорожкам и не имеет теплоотвода. Вырез в верхней левой части платы предназначен для вывода соединительных проводов. Если нет возможности изготовить печатную плату, детали автомата можно соединять обычным навесным монтажом на опорные точки. Но обязательно следует сохранить габариты платы.

Обозначение по схеме	Тип, номинал	Возможная замена
Т1	П213	П214, П216, П217 с любым буквенным индексом
Т2, Т3	МП102	П102, МП112
Д1	Д220	Д220Б, Д223, Д101—Д104
Р1	РЭС-10 (паспорт РС4. 524. 303)	—
С1	К53-1, 100, 0×6В	К50-6, 100, 0×6 В
R1	МТ-05; 68 Ом±5%	МТ-0,5; 75 Ом±5%
R3	МЛТ-0,25; 10 кОм ±10%	МТ-0,125, МТ-0,25, МЛТ-05 того же номинала
R2	МЛТ-0,25; 51 кОм ±10%	МТ-0,125, МТ-0,25, МЛТ-0,5 того же номинала
R1	МЛТ-0,5; 120 Ом± ±10%	МТ-0,5 того же номинала

Сборка и установка автомата. Можно рекомендовать следующий порядок сборки электронного автомата.

1. Снять с автомобиля электромеханическое реле РС514, расположенное на левой стороне кузова у ног водителя за облицовкой салона. Для этого необходимо отвернуть два винта и расстыковать разъем.

2. Извлечь из пластмассового корпуса реле РС514 гетинаксовую плату с установленными на ней электромеханическими реле, отсоединить провода, соединяющие плату с разъемом, от платы.

3. Припаять к заранее смонтированной плате электронного автомата провода в следующем порядке: к коллектору транзистора *Т1* — провод *6* (голубой), к эмиттеру транзистора *Т1* — провод *4* (коричневый), к общему проводу автомата — провод *3* (желтый).

Провод *1* (голубой с белыми полосками) для электронного автомата не нужен, его необходимо изолировать.

4. Вставить печатную плату в корпус реле РС514 таким образом, чтобы вырез под провод оказался с той стороны, где расположены отверстия для крепления корпуса реле.

5. Установить корпус реле на предусмотренное в автомобиле место, соединив разъем.

Налаживание. Автомат, изготовленный из исправных элементов, начинает работать сразу и практически никакого налаживания не требует. При установке пере-

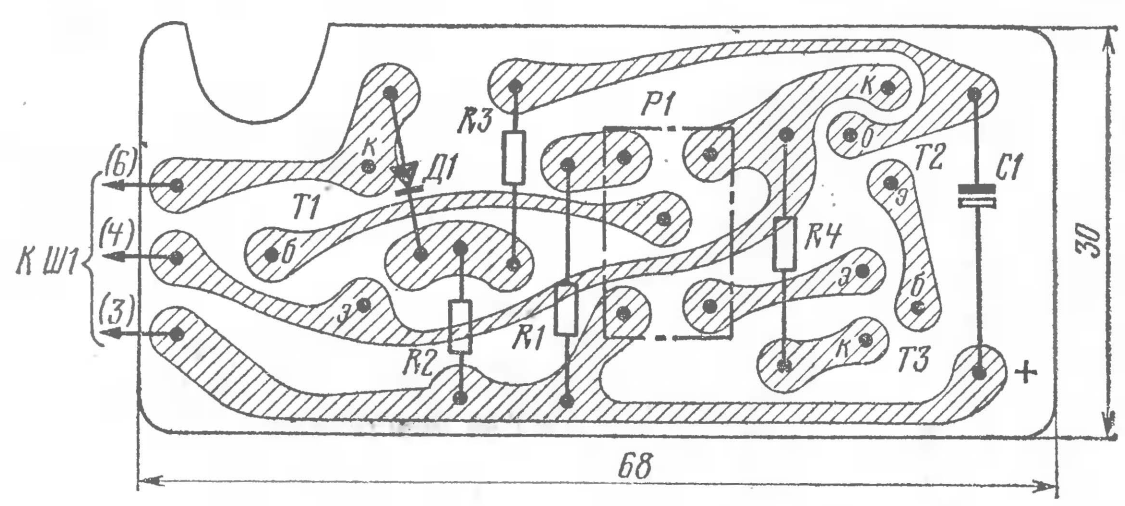


Рис. 2. Печатная плата и схема соединений элементов электронного автомата

ключателя в среднее положение стеклоочиститель работает в пульсирующем режиме (пауза длится 5±0,5 с). Если необходимо изменить длительность паузы, то надо ориентироваться на то, что при сопротивлении резистора *R2*, равном 6,1 кОм, пауза сокращается до 2,5 с, а при сопротивлении 82 кОм она увеличивается до 7 с.

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

ТИРИСТОРНЫЙ КОДОВЫЙ ЗАМОК

Б. ТОЛОКНОВ

Этот замок может быть использован с целью ограничения доступа лиц в служебное помещение. Для срабатывания исполнительного механизма необходимо правильно набрать код (в данном случае четырехразрядный) в течение определенного промежутка времени (от 2—3 до 8—12 с.). В исходном состоянии ток, потребляемый кодовым замком, практически равен нулю.

Функциональная схема приведена на рис. 1. Замок состоит из пульта управления с 11 кнопками, узла коммутации, исполнительного и сигнализационного устройств.

Десять кнопок пульта управления служат для набора закодированного числа, а одиннадцатая *(«Вызов»)* — для включения световой или звуковой сигнализации. После нажатия кодовых кнопок сигнал управления поступает в узел коммутации, состоящий из трех идентичных ячеек. Каждая из ячеек включает в себя ключевой каскад и блокирующее реле времени. Этот узел определяет очередность нажатия кнопок и интервал времени, в течение которого необходимо нажать каждую из кодовых кнопок.

Только после срабатывания последней ячейки вступает в действие исполнительное устройство. При неправильно набранном коде или при нажатии кнопки *«Вызов»* сигнализационное устройство вырабатывает тревожный сигнал.

Принципиальная схема кодового замка приведена на рис. 2. На тринисторах *Д2, Д5* и *Д8* выполнены ключевые каскады коммутационных ячеек. В исходном состоянии (кодовые кнопки не нажаты) тринисторы выключены. На катоды диодов *Д4, Д7* и *Д10*, включенных в уп-

равляющие цепи тринистиров *Д5, Д8* и *Д11*, подано положительное напряжение, которое закрывает их.

При нажатии первой кодовой кнопки через диод *Д1* на управляющий электрод тринистора подается импульс напряжения, достаточный для его включения. Через включенный тринистор начинает протекать ток, поддер-

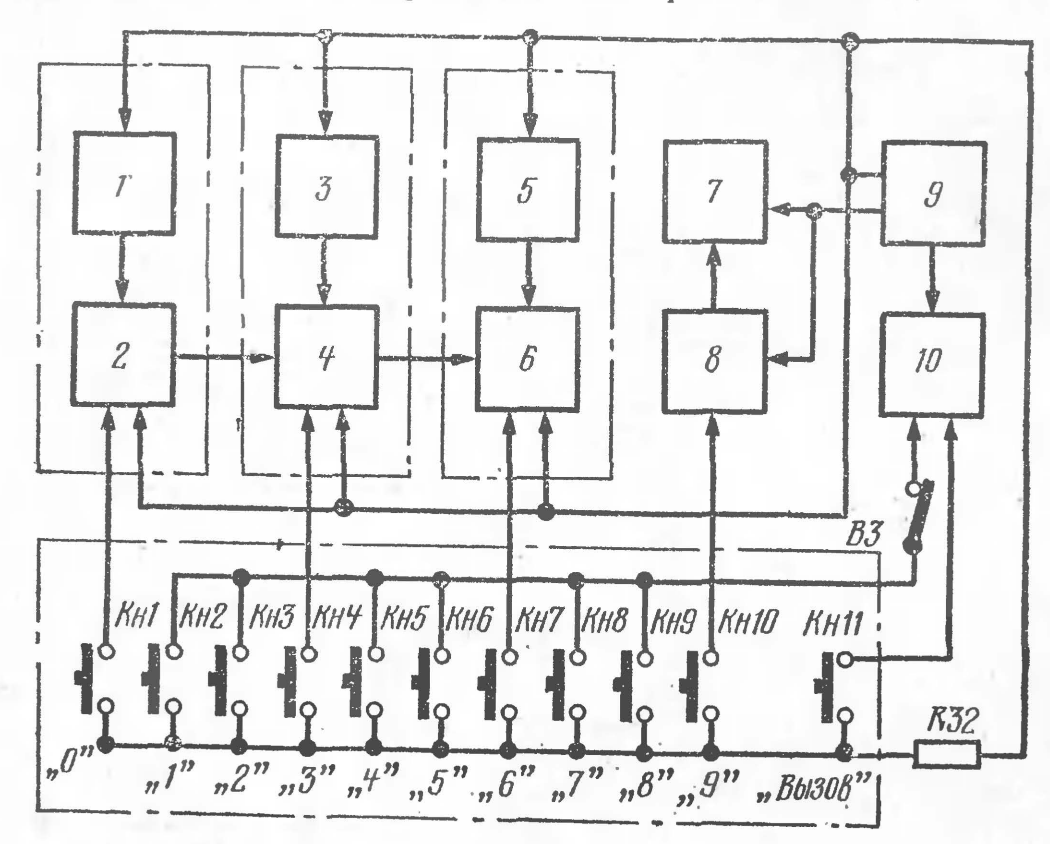


Рис. 1. Функциональная схема кодового замка: *1, 3, 5*—блокирующие реле времени; *2, 4, 6*—ключевые каскады узла коммутации; *7*—исполнительное устройство; *8*—ключевой каскад исполнительного устройства; *9*—блок питания; *10*—устройство сигнализации

живающий его в открытом состоянии (ток определяется резистором *R4*).

Через открытый тринистор *Д2* и один из резисторов *R5—R8* (в зависимости от положения переключателя *В1*) начинает заряжаться конденсатор *С2*. Напряжение на нем будет увеличиваться до напряжения открывания динистора. В промежуток времени, определяемый временем заряда конденсатора *С2*, необходимо нажать следующую кнопку *(Кн4)*.

После открывания динистора конденсатор *С2* оказывается включенным параллельно тринистору *Д2*, причем

Рис. 2. Принципиальная схема кодового замка. Резистор R33 (3кОм, 1 Вт) включен между корпусом и левым выводом В3

обкладка конденсатора, имеющая отрицательный заряд, подключена к аноду, а положительная — к катоду. Это приводит к выключению тринистора.

Процессы, происходящие при включении тринисторов *Д5* и *Д8*, аналогичны описанным.

Резисторы *R5—R8, R14—R17, R23—R26* выбраны такими, чтобы ток в момент включения динисторов был меньше тока их выключения. Это обеспечивает выключение динистора сразу после разряда конденсатора. Резисторы *R9, R18, R27* ограничивают разрядный ток конденсатора *С2, С4* и *С6* соответственно.

Выдержку времени *T* (в секундах), получаемую в данном замке, можно определить из соотношения:

$$T \approx RC \ln \frac{U}{U - U_{\text{вкл}}},$$

где *R* — сопротивление резистора в анодной цепи динистора, МОм;

С — емкость конденсатора, мкФ;

U — напряжение источника питания, В;

$U_{\text{вкл}}$ — напряжение включения динистора, В.

При использовании элементов, указанных на схеме, время выдержки составляет 2—3, 4—6, 6—9 и 8—12 с.

После нажатия четвертой кодовой кнопки *(Кн10)* открывается тринистор *Д11,* выполняющий функции электронного ключа исполнительного устройства. Через этот тринистор, электромагнит *Эм1* и лампу *Л1 («Входите»)* протекает ток. Электромагнит притягивает защелку замка и открывается доступ в помещение. Для дистанционного открывания дверей служит кнопка *Кн12.*

На тринисторе *Д12* выполнен ключевой каскад сигнализационного устройства. Переключателем *В4* в анодную цепь тринистора могут быть включены либо замок, либо лампа *Л2.*

Питается устройство сигнализации от источника питания исполнительного устройства. Для ограничения управляющих токов до безопасной для тринисторов величины и для регулировки чувствительности ключевых каскадов в цепи управляющих электродов тринисторов включены резисторы *R2, R11, R20, R30* и *R34.* Резисторы *R3, R12, R21, R31* и *R35* стабилизируют работу тринисторов.

Замок можно сделать с пятизначным кодом, добавив

еще одну ячейку коммутации, или с трехзначным, исключив одну из ячеек. Для упрощения кодового замка блокирующее реле времени можно настроить на одну фиксированную выдержку.

Конструкция и детали. Конструкция кодового замка в целом произвольная и определяется имеющимися деталями и местом его расположения. Узлы электронной

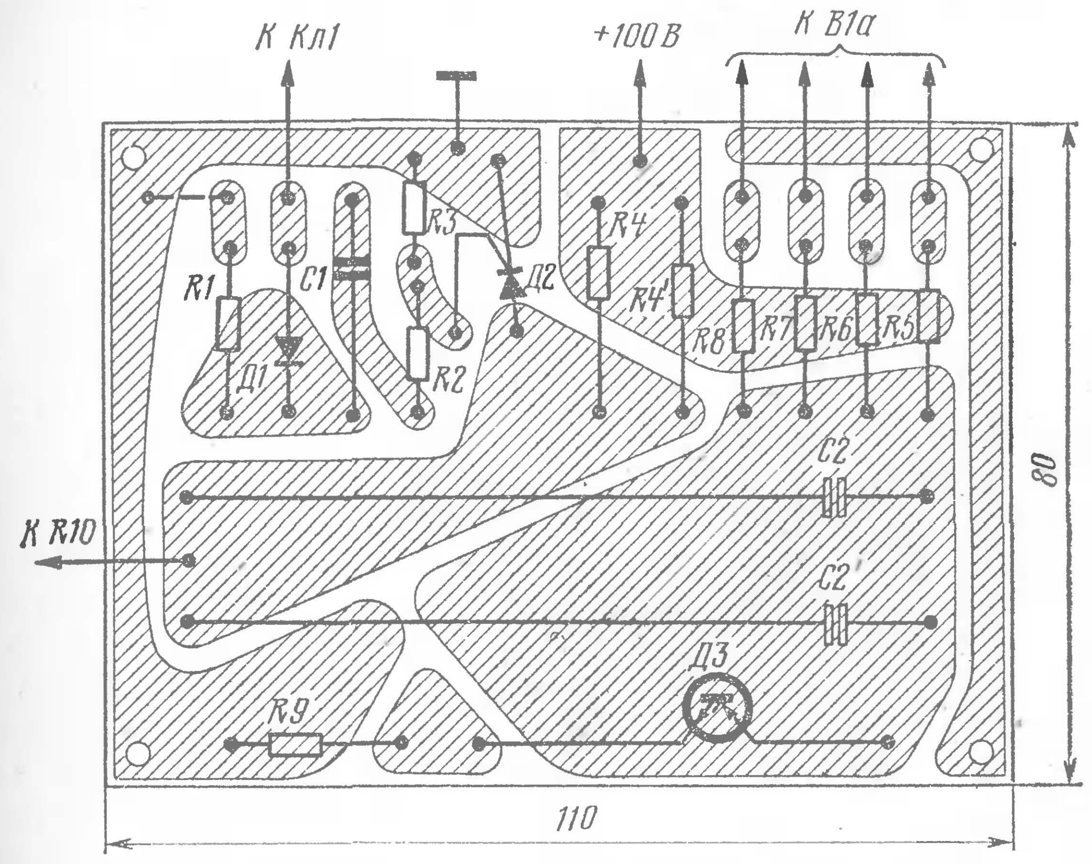


Рис. 3. Печатная плата и схема соединений элементов ячейки коммутации

части замка могут быть смонтированы как на отдельных платах, так и на общей плате из гетинакса с применением навесного или печатного монтажа. Размеры плат определяются размерами используемых деталей и видом монтажа. В описываемой конструкции основные узлы электронной части замка (ячейки коммутации, ключевые каскады исполнительного устройства и устройство сигнализации) смонтированы на отдельных печатных платах из фольгированного гетинакса. Расположение элементов первой ячейки коммутации и схема их соединений показаны на рис. 3. В двух других ячейках перемычку между резистором *R1* и корпусом не устанавли-

вают. На рис. 4 приведен рисунок печатной платы исполнительного и сигнализационного устройств и расположение деталей на ней.

Конструкция пульта управления произвольная. Провода от кнопок *Кн1—Кн10* подводят к соответствующим зажимам *Кл5—Кл14*. Для кодирования замка между зажимами *«Вход1» — «Вход4»* и зажимами *Кл5—Кл14* устанавливают перемычки в соответствии с кодовым

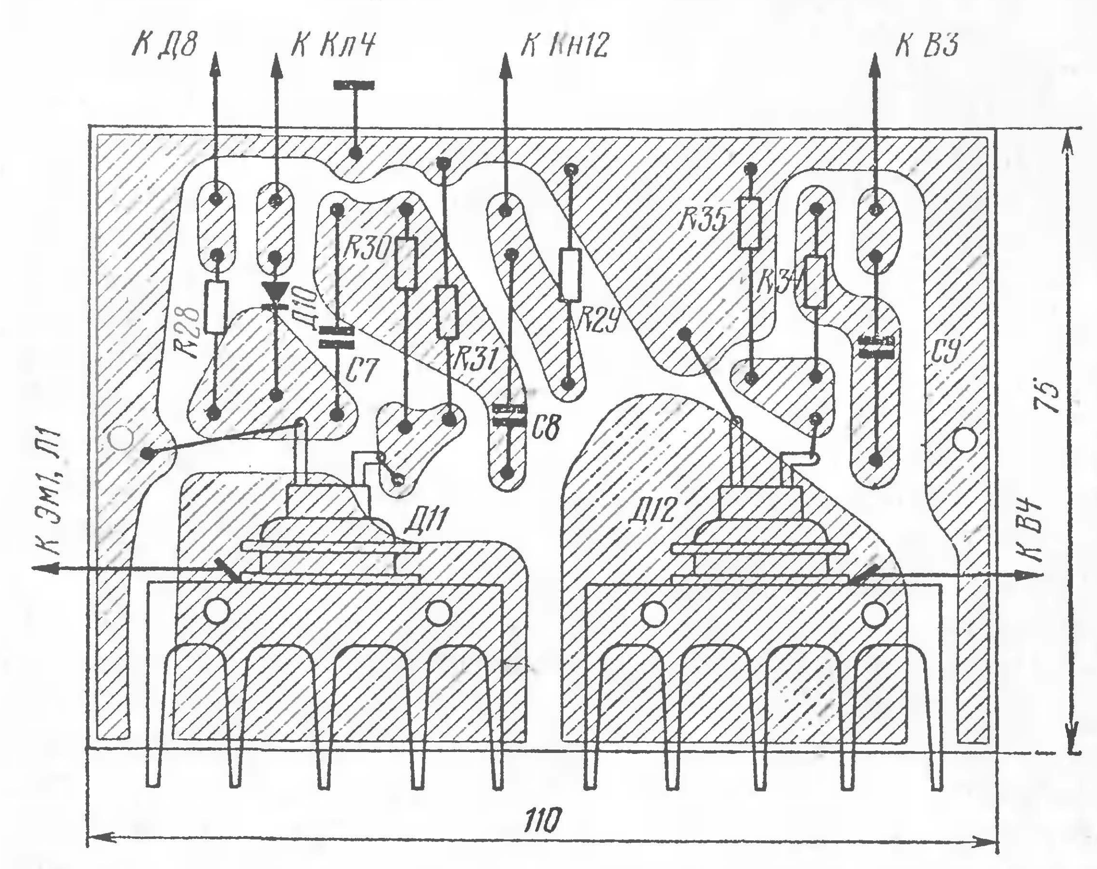


Рис. 4. Печатная плата и схема соединений элементов исполнительного и сигнализационного устройств

числом. Зажимы, не использованные при кодировании замка, соединяют перемычками и подключают к устройству сигнализации.

В ключевых каскадах коммутирующих ячеек можно применить, кроме указанных на схеме, тринисторы типов КУ201Е и КУ202Е (при этом необходимо подобрать резисторы в анодных цепях), диоды Д223А, Д223Б. В связи с тем, что в процессе работы замка к тринисторам прикладывается напряжение обратной полярности, необходимо использовать тринисторы с гарантированным обратным напряжением.

Конденсаторы *С1, С3, С5, С7—С9*—МБМ. Конденсаторы, используемые в блокирующем реле времени, неполярные (типа ЭТН). Можно использовать и конденсаторы типа К50-15. Все резисторы типа МЛТ.

Конденсаторы *С2, С4, С6* составлены из двух параллельно включенных конденсаторов емкостью по 20 мкФ, а резисторы *R5, R13* и *R22* —из двух двухваттных резисторов сопротивлением по 6,8 кОм, включенных параллельно.

Кнопки *Кн1—Кн12* типа КН1—1 (можно использовать и самодельные), переключатель *В1* галетный, *В4*—ТП1-2, *В3*—ТВ2-1. Выключатель *В2* может быть любого типа. Выбор силового трансформатора и схемы выпрямителя определяется, в основном, параметрами используемого электромагнита. В данной конструкции можно применять электромагниты постоянного тока практически любых типов, в том числе и самодельные.

Налаживание кодового замка. При правильно выполненном монтаже и исправных деталях кодовый замок начинает работать сразу и практически не требует налаживания. Иногда лишь возникает необходимость подбора резисторов в анодных цепях динисторов. Это объясняется тем, что из-за значительного разброса параметров динисторов при минимальных значениях сопротивлений резисторов (в данном случае *R5, R14, R23*) ток в момент включения соответствующего динистора может быть больше тока выключения и динистор останется во включенном состоянии, что приведет к нарушению нормальной работы замка. По этой же причине выдержки времени могут отличаться от указанных в статье.

Из-за разброса параметров тринисторов может возникнуть необходимость подбора резисторов, включенных в цепи управляющих электродов, и резисторов *R32, R33* в цепи запуска.

Для дистанционного отключения сигнализации параллельно тринистору *Д12* следует включить кнопку с замыкающими контактами. Выключатель *В2* установлен на двери. При закрытой двери он должен быть замкнут.

ТРИГГЕР С ЭМИТТЕРНОЙ СВЯЗЬЮ

В. КРЫЛОВ, В. ЛАПШИН

Триггер с эмиттерной связью, известный также под названием триггер Шмитта, является одним из наиболее распространенных устройств в импульсной технике. Он может быть применен в качестве порогового элемента, дискриминатора амплитуды импульсов, формирователя прямоугольных импульсов из сигналов произвольной формы, а также в качестве устройства, восстанавливающего искаженные прямоугольные импульсы.

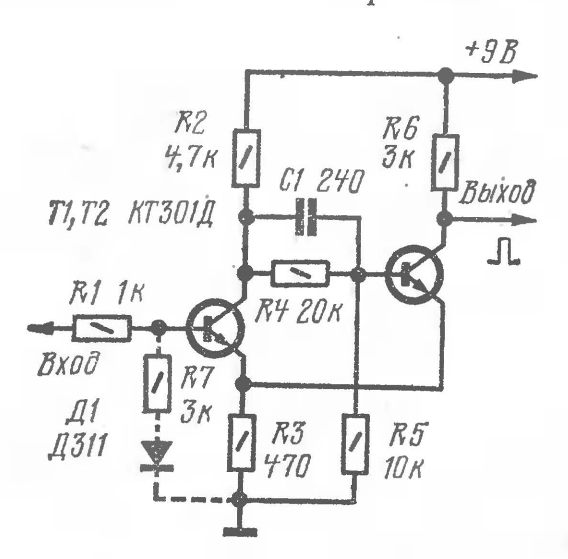


Рис. 1. Принципиальная схема несимметричного триггера с эмиттерной связью

Рассмотрим принцип работы несимметричного триггера с эмиттерной связью, воспользуясь его основной, наиболее распространенной, принципиальной схемой, показанной на рис. 1. Из рисунка видно, что триггер представляет собой двухкаскадный усилитель постоянного тока с положительной обратной связью, осуществляемой через резистор *R3*, включенный в общую эмиттерную цепь обоих транзисторов.

При подключении триггера к источнику питания (при отсутствии входного сигнала) ток, который протекает через делитель *R2R4R5*, создает на базе транзистора *T2* относительно эмиттера положительный потенциал, обеспечивающий открывание транзистора и его насыщение. Эмиттерный ток транзистора *T2* создает на резисторе *R3* падение напряжения, которое надежно закрывает транзистор *T1*. В таком состоянии триггер может находиться сколь угодно долго. При этом напряжение на его выходе равно сумме падений напряжений на резисторе *R3* и на участке коллектор-эмиттер насыщенного транзистора *T2*.

В случае появления на входе триггера положительного напряжения, большего, чем напряжение на резисторе *R3*, транзистор *T1* открывается. Потенциал на его коллекторе уменьшается, что вызывает уменьшение тока базы транзистора *T2* и выход его из режима насыщения. Уменьшение эмиттерного тока транзистора *T2* приводит к уменьшению напряжения на резисторе *R3*, а это, в свою очередь, способствует ускорению открывания транзистора *T1*. Возникает лавинообразный процесс переключения транзисторов, в результате которого транзистор *T1* переходит в режим насыщения, а транзистор *T2* оказывается закрытым, так как положительный потенциал на его базе, связанный с потенциалом на коллекторе транзистора *T1*, стал меньше потенциала на эмиттере. Напряжение на выходе триггера скачком возрастает до напряжения источника питания Uк. Напряжение на входе триггера, при котором это происходит, называется напряжением срабатывания Uсраб.

При уменьшении входного сигнала происходит обратный процесс, то есть транзистор *T1* закрывается, а *T2* открывается и напряжение на выходе триггера скачком уменьшается. Напряжение на входе триггера, при котором происходит его возвращение в исходное состояние, называется напряжением отпускания (Uотп).

В соответствии с указанными на рис. 1 параметрами элементов напряжение срабатывания составляло 1,7 В, а отпускания — 1,3 В.

Конденсатор *C1* ускоряет процессы переключения транзисторов. Вместо него и резистора *R4* можно использовать стабилитрон, подключив его катод к коллектору транзистора *T1*, а анод — к базе транзистора *T2*. Малое динамическое сопротивление стабилитрона ускоряет процесс переключения транзисторов, обеспечивая тем самым большую крутизну выходных импульсов.

Следует отметить, что напряжение отпускания триггера с эмиттерной связью всегда меньше напряжения срабатывания. Это явление, свойственное каждому релейному устройству, носит название гистерезиса. В триггере с эмиттерной связью наличие гистерезиса объясняется тем, что при входном напряжении, равном напряжению срабатывания, как уже отмечалось выше, транзистор *T1* находится в режиме насыщения, а транзистор *T2* надежно закрыт. Для того, чтобы получить на базе транзистора *T2* потенциал, открывающий его, необходимо повысить потенциал на коллекторе транзисто-

ра *T1,* то есть вывести транзистор *T1* из насыщения. А для этого необходимо, чтобы напряжение на входе триггера стало меньше напряжения срабатывания.

На рис. 2 показаны эпюры напряжения на выходе триггера с эмиттерной связью при различных формах входного напряжения. Они дают наглядное представле-

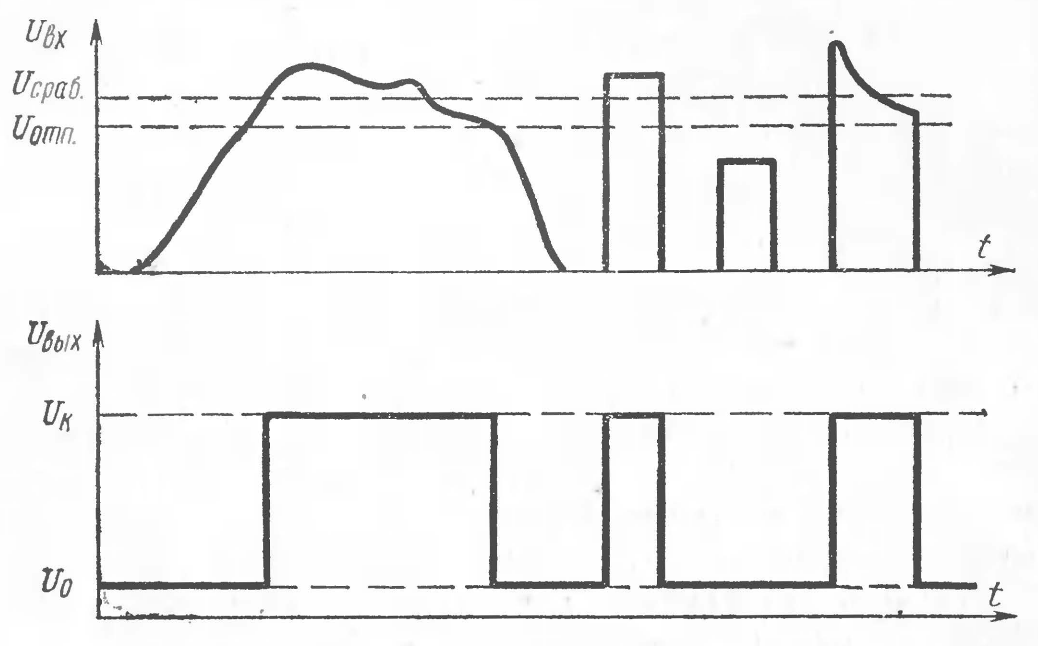


Рис. 2. Эпюры напряжения на выходе триггера с эмиттерной связью при различных видах напряжения на его входе

ние о возможных применениях триггера Шмитта, перечисленных в начале статьи.

Как уже говорилось, срабатывание триггера, собранного по схеме, изображенной на рис. 1, происходит при положительном напряжении на входе. Выходные импульсы имеют также положительную полярность. Совершенно очевидно, что триггер, выполненный на транзисторах структуры *p-n-p,* будет срабатывать при отрицательном выходном напряжении, а выходные импульсы будут иметь отрицательную полярность.

Этого же результата можно достичь при использовании транзисторов структуры *n-p-n,* изменив лишь исходное состояние рассматриваемого триггера (транзистор *T1* должен находиться в режиме насыщения, а транзистор *T2* закрыт). Для этого необходимо на базу транзистора *T1* подать положительное смещение, обеспечивающее базовый ток транзистора *T1,* достаточный для его насыщения (рис. 3). При отсутствии входного сигнала

напряжение на выходе триггера будет максимальным. Переменным резистором *R2* выбирают уровень срабатывания триггера. Следует заметить, что передние фронты выходных импульсов в таком варианте триггера могут иметь большую длительность. Объясняется это тем, что входной сигнал должен вывести транзистор *T1* из режима насыщения и потом обеспечить его закрывание.

При использовании триггера с эмиттерной связью в качестве порогового элемента важное значение имеет

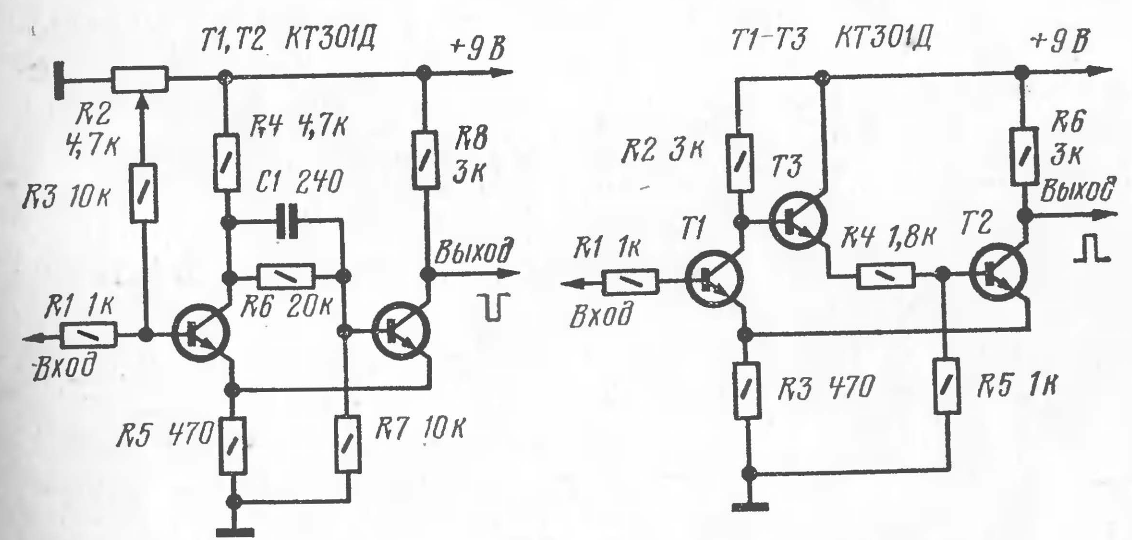


Рис. 3. Принципиальная схема несимметричного триггера с обратным исходным состоянием

Рис. 4. Принципиальная схема несимметричного триггера с эмиттерным повторителем

стабильность его порогов срабатывания и отпускания. Основной причиной нестабильности является зависимость тепловых токов, напряжений на переходах и коэффициентов усиления транзисторов по току от температуры.

Наиболее распространенным способом повышения стабильности указанных параметров триггера с эмиттерной связью является компенсация их температурного дрейфа. Достигается это, например, включением на вход триггера температурозависимой цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора и диода (на рис. 1 показаны штрихами). При повышении температуры напряжение на диоде *Д1* уменьшается, шунтирующее действие цепи *R7Д1* возрастает, что обеспечивает стабильность порога срабатывания триггера.

Повышение стабильности пороговых напряжений может быть достигнуто также включением между первым

и вторым транзисторами эмиттерного повторителя (рис. 4). Осуществление связи коллектора транзистора *Т1* с базой транзистора *Т2* через транзистор *Т3* и наличие низкоомного делителя на входе транзистора *Т2* позволяет уменьшить влияние тепловых токов транзисторов на пороговые напряжения.

Триггер с эмиттерной связью часто используется в качестве элемента сравнения в различных устройствах регулирования, например в стабилизаторах напряжения. Одним из основных факторов, определяющих точность таких регуляторов, является гистерезис триггера, о котором уже упоминалось. Его величина составляет обычно десятые доли вольта (для триггера, изображенного на рис. 1, он составляет 0,4 В). Уменьшить гистерезис можно, заменив эмиттерный резистор стабилитроном с соответствующим напряжением стабилизации. Малое динамическое сопротивление стабилитрона способствует возврату триггера в исходное состояние при небольшом уменьшении входного напряжения.

На рис. 5 показана схема триггера с эмиттерной связью, в котором уменьшение гистерезиса достигнуто за счет включения дополнительных резисторов *R5* и *R8*. Эти резисторы ослабляют положительную обратную связь между транзисторами, так как теперь уже не весь эмиттерный ток транзистора *Т2* протекает через резистор *R3*. Триггер с указанными на схеме элементами срабатывает при входном напряжении 1,35В, а возвращается в исходное состояние при напряжении 1,3 В, то есть его гистерезис составляет всего 0,05 В, что является хорошим показателем для триггера такого типа.

Одним из параметров триггера с эмиттерной связью (см. рис. 1), ограничивающим в некоторых случаях его применение, является сравнительно низкое входное сопротивление (единицы килоом), характерное для транзисторных каскадов с общим эмиттером. В триггере, схема которого показана на рис. 6, высокое входное сопротивление (около 1 МОм) достигается использованием полевого транзистора. В исходном состоянии транзистор *Т1* закрыт, так как потенциал на затворе более отрицателен, чем на истоке (определяется стабилитроном *Д1*). При положительном входном напряжении (больше 2,4 В) происходит срабатывание триггера. Транзистор *Т1* открывается, а *Т2* закрывается. При

уменьшении входного сигнала триггер возвращается в исходное состояние. Недостатком такого триггера является сравнительно малый перепад его выходного напря-

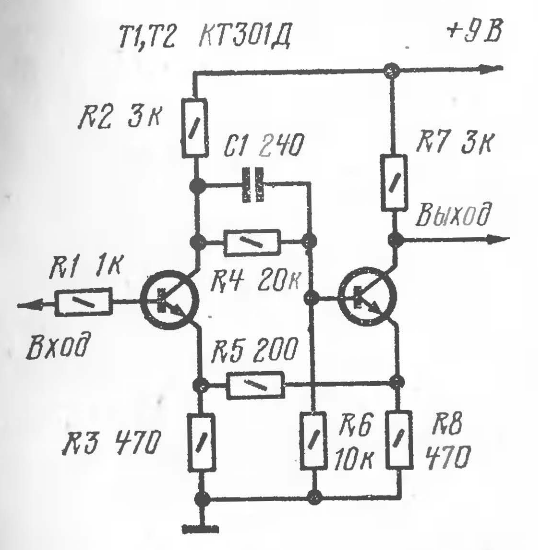


Рис. 5. Принципиальная схема несимметричного триггера с малым гистерезисом

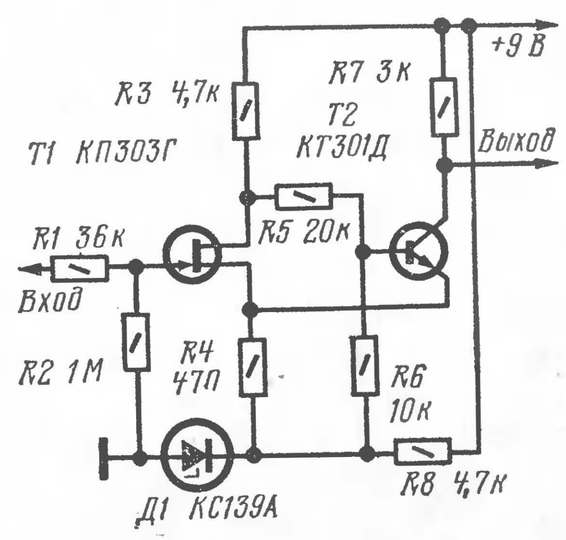


Рис. 6. Принципиальная схема несимметричного триггера с большим входным сопротивлением

жения при срабатывании и отпускании (в данном случае от 6 до 9 В). Объясняется это, как видно из рисунка, наличием стабилитрона *Д1*, обеспечивающего смещение полевого транзистора. При использовании отдельного источника смещения (с напряжением 3—4 В) этот недостаток устраняется.

Выходное сопротивление триггера Шмитта определяется, в основном, сопротивлением резистора, включаемого в коллекторную цепь выходного транзистора и составляющего обычно несколько килоом. В случае низкоомной нагрузки выходные сигналы триггера подаются на нее чаще всего через дополнительный каскад — эмиттерный повторитель. Однако этого можно избежать, выполнив триггер по схеме, приведенной на рис. 7. В таком триггере выходной транзистор выполняет одновременно функции эмит-

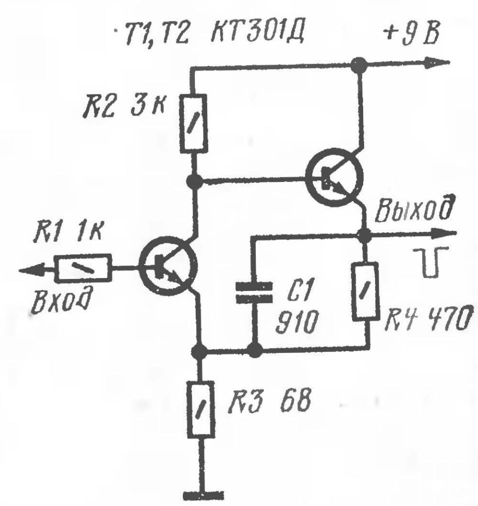


Рис. 7. Принципиальная схема несимметричного триггера с низким выходным сопротивлением

терного повторителя. Он постоянно находится в открытом состоянии.

Работа входного транзистора практически не отличается от его работы в обычном варианте триггера. Выходной сигнал триггера, снимаемый с эмиттера транзистора *Т2*, повторяет изменения потенциала на коллекторе транзистора *Т1* (является максимальным в исходном состоянии триггера, когда транзистор *Т1* закрыт, и уменьшается до минимального значения, когда напряжение на входе триггера превышает порог срабатывания). Выходное напряжение имеет отрицательную полярность при положительной полярности входного сигнала, другими словами, данный триггер в отличие от рассмотренных выше обладает инвертирующим действием. При указанных на схеме элементах выходное сопротивление триггера не превышает 100 Ом.

В различных регулирующих устройствах, где используется триггер с эмиттерной связью, бывает необходимо автоматически изменять порог срабатывания. Так, например, в тиристорных регуляторах напряжения, где в качестве сравнивающего устройства применяется триггер, изменяя порог его срабатывания, можно изменять момент открывания тиристоров и тем самым регулировать напряжение на нагрузке.

На рис. 8 приведена схема триггера, порог срабатывания которого можно изменять напряжением, подаваемым на вход эмиттерного повторителя (транзистор *Т3*). Нагрузкой повторителя является резистор *R3*, напряжение на котором, как известно, определяет порог срабатывания триггера. При изменении напряжения управления *U*упр от 0 до 2,7 В (в данном случае) порог срабатывания возрастает от 0,9 до 1,7 В.

Триггер, схема которого показана на рис. 9, имеет два входа и может быть использован в качестве порогового устройства, реализующего логическую функцию «ИЛИ». Устройство представляет собой два триггера с общим выходным транзистором *Т3*. «Двойной» триггер имеет два различных порога срабатывания. Один из них (для входа *1*) определяется напряжением на резисторе *R6*, а другой (для входа *2*) — суммой напряжений на резисторах *R5* и *R6*. Подбором указанных резисторов можно изменять оба порога срабатывания. Когда напряжение на любом из входов превысит порог срабаты-

вания, транзистор *Т3* закрывается, обеспечивая на выходе большой положительный потенциал. Диоды *Д1* и *Д2* исключают влияние транзисторов *Т1* и *Т2* друг на друга.

Все рассмотренные варианты триггера с эмиттерной

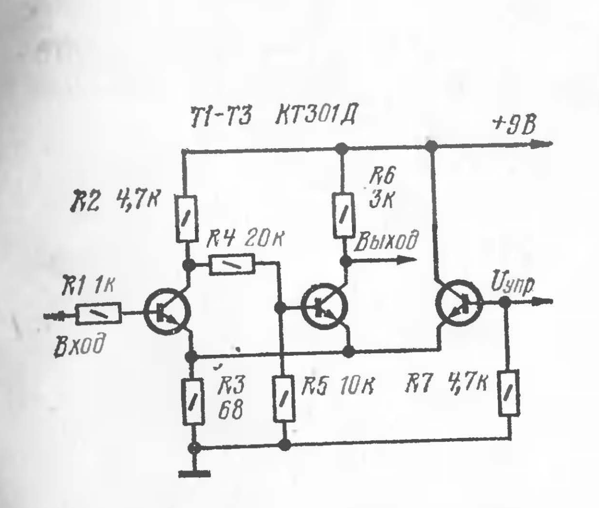


Рис. 8. Принципиальная схема несимметричного триггера с управляемым порогом срабатывания

Рис. 9. Принципиальная схема несимметричного триггера с двумя входами

связью характеризуются тем, что в исходном состоянии один транзистор триггера всегда открыт. Характерным для всех вариантов является также то, что низкий (по абсолютной величине) потенциал выходного напряжения всегда составляет какую-то величину, отличную от нуля, что осложняет согласование триггера с последующими каскадами.

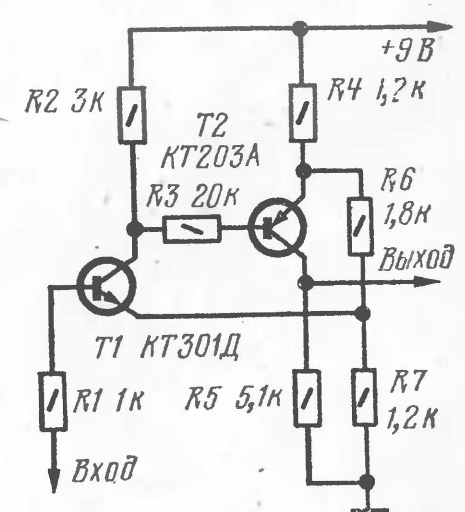


Рис. 10. Принципиальная схема несимметричного триггера на транзисторах разной структуры

На рис. 10 приведена схема триггера, свободного от указанных недостатков. В исходном состоянии оба транзистора закрыты. Это достигается применением транзисторов разной структуры. При подключении триггера к источнику питания ток, протекающий через делитель *R4R6R7*, создает на резисторе *R7* напряжение, закрывающее транзистор *Т1*. Закрытый транзистор *Т1* блокирует базовый ток транзисто-

ра $T2$, тем самым закрывая его. Напряжение на выходе триггера при этом равно нулю.

После того как напряжение на входе триггера достигнет порога срабатывания, оба транзистора откроются и выходное напряжение триггера станет максимальным. Положительная обратная связь в этом триггере осуществляется через резистор $R7$, напряжение на котором уменьшается при открывании транзисторов и возрастает при их закрывании.

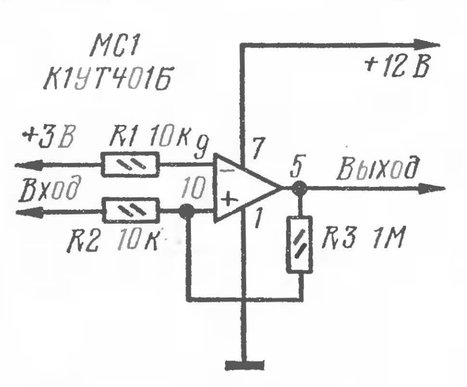


Рис. 11. Принципиальная схема несимметричного триггера на операционном усилителе

В настоящее время все большее применение в радиолюбительских конструкциях находят микросхемы, наиболее универсальной из которых является операционный усилитель (ОУ). ОУ обладает очень большими коэффициентом усиления (до 100 дБ) и полосой пропускания (до 100 МГц), очень высоким входным и малым выходным сопротивлениями (соответственно тысячи мегом и десятки ом). Кроме того, ОУ имеет два входа (инвертирующий и неинвентирующий), образующие дифференциальный входной каскад. При поступлении сигнала на инвертирующий вход выходной сигнал ОУ по отношению к входному оказывается сдвинутым по фазе на 180°. При поступлении сигнала на неинвертирующий вход фазы выходного и входного сигналов совпадают.

Перечисленные качества ОУ позволяют создавать на его основе высококачественные генераторы, усилители, формирователи.

На рис. 11 показана схема устройства, аналогичного по принципу действия триггеру Шмитта. Работает оно следующим образом.

На инвертирующий вход *9* подается опорное напряжение, определяющее порог срабатывания триггера. До тех пор, пока напряжение на неинвертирующем входе *10* будет меньше опорного, результирующий ток входного сигнала обеспечит такое состояние ОУ, при котором напряжение на выходе будет равно нулю. Как только напряжение Uвх незначительно превысит порог срабатывания, состояние ОУ изменится так, что выходное напряжение начнет возрастать. Часть выходного сигнала через резистор положительной обратной связи $R3$ поступит на неинвертирующий вход, складываясь с входным напряжением. Входной ток *ОУ* еще больше возрастет, то есть процесс приобретет лавинообразный характер и напряжение на выходе ОУ скачком возрастет до своего максимального значения. Чувствительность данного триггера (разность между напряжением срабатывания и опорным напряжением) составляет 80 мВ, гистерезис — 60 мВ. Изменением опорного напряжения порог срабатывания триггера может быть выбран в диапазоне от 2 до 10 В.

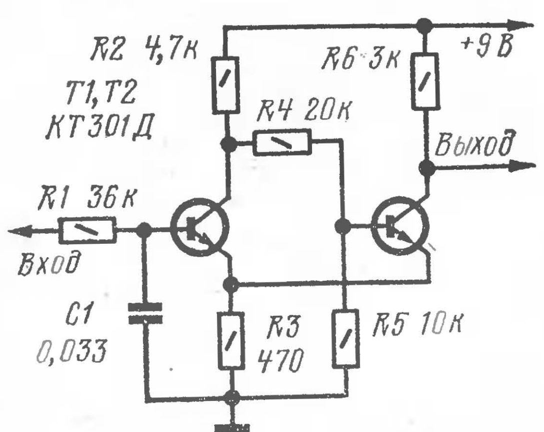


Рис. 12. Принципиальная схема триггера с эмиттерной связью, работающего в режиме генерации пакетов импульсов

Заканчивая рассмотрение различных вариантов триггеров с эмиттерной связью, следует отметить, что при определенном сочетании номиналов элементов и величины входного напряжения триггер может работать в режиме непрерывной генерации прямоугольных импульсов.

Схема такого триггера показана на рис. 12. Генерация импульсов на выходе триггера начинается при входном напряжении равном 1,9 В. Частота импульсов, определяемая номиналами элементов, составляет примерно 700 Гц. При изменении входного напряжения от 1,9 до 2,6 В коэффициент заполнения импульсов при неизменной частоте возрастает до единицы. При входном напряжении, равном 2,6 В, генерация импульсов прекращается. Объяснить такой режим работы триггера с эмиттерной связью можно повторяющимся зарядом (когда транзистор $T1$ закрыт) и разрядом (когда он открыт) конденсатора $C1$ при наличии напряжения на входе триггера.

СОДЕРЖАНИЕ

6Ф2.9
В80

В помощь радиолюбителю. Выпуск 52. М., ДОСААФ, 1976.

В80

80 с. с ил.
На конц. пол. сост: А. И. Гусев

В сборнике приведены описания радиолюбительских конструкций, описание модернизации телевизора «Рекорд-12», рассказано о возможных применениях триггера с эмиттерной связью. Тематика сборника разнообразна. Он рассчитан на широкий круг радиолюбителей.

$В \frac{30402-013}{072(02)-76}$ 106 — 76 6Ф2.9

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
Выпуск 52

Составитель *Александр Иванович Гусев*
Редактор *Л. И. Карнозов*
Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
Технический редактор *В. Н. Кошелева*
Корректор *Г. П. Яковлева*

Г-80651. Сдано в набор 15/IX-1975 г. Подписано к печати 6/I-1976 г. Изд. № 2/771. Формат 84×108 $^1/_{32}$. Бумага типографская № 3. Тираж 500 000 экз. Цена 17 коп. Усл. п. л. 4,2. Уч.-изд. л. 4,082. Зак. 698.

Изд-во ДОСААФ. 107066, Москва, Б-66, Новорязанская, д. 26.
Киевская книжная фабрика республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, ул. Воровского, 24.